



*Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos.*
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



**Estudio de alternativas para
hacer frente a problemas de
contaminación acústica.
Aplicación a varios casos
prácticos en Los Corrales de
Buelna**

Trabajo realizado por:
César Díez Olea

Dirigido:
Ignacio Lombillo Vozmediano
Jorge Rodríguez Hernández

Titulación:
Grado en Ingeniería Civil

Santander, Septiembre de 2019

TRABAJO FIN DE GRADO

Tabla de contenido

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Antecedentes	1
1.2	Objetivos	1
1.3	Metodología	2
1.4	Estructuración del documento.....	2
2	MARCO GENERAL	4
2.1	El problema del ruido	4
2.2	Aislamiento acústico	4
2.2.1	Ruido aéreo	5
2.2.2	Ruido de impacto	7
2.3	Acondicionamiento acústico	8
2.4	Herramienta oficial de cálculo del DB HR del CTE.....	9
2.5	La contaminación acústica	12
3	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	15
3.1	Forjados.....	17
3.1.1	Forjados habituales: Prestaciones.....	17
3.1.2	Soluciones avanzadas.....	21
3.1.2.1	Forjados reforzados de madera	21
3.1.2.2	Sistema de placas aligeradas.....	22
3.1.2.3	Aislamiento acústico de suelos de madera	25
3.2	Fachadas.....	26
3.2.1	Fachadas habituales: Prestaciones.....	26
3.2.2	Soluciones avanzadas.....	30
3.2.2.1	Fachadas vegetales (muros verdes)	30
3.2.2.2	Muros cortina de vidrio	32
3.3	Particiones verticales	33
3.3.1	Particiones verticales habituales: Prestaciones	33
3.3.2	Soluciones avanzadas.....	36
3.3.2.1	Paneles de vidrio	36
3.4	Alternativas frente a la contaminación acústica	37
3.4.1	Barreras acrílicas	37
3.4.2	Barreras de hormigón prefabricado.....	38
3.4.3	Muros verdes.....	39
3.4.4	Barreras de aluminio	40

Estudio de alternativas para hacer frente a problemas de contaminación acústica. Aplicación a
varios casos prácticos en Los Corrales de Buelna

3.4.5	Resonadores frente a vibraciones de ferrocarril.....	42
3.4.6	Zanja rellena de Geofoam	44
3.4.7	Resonadores bajo asfalto poroso.....	44
4	PROPUESTA DE METODOLOGÍA MULTICRITERIO	46
4.1	Elección y descripción del método Electre.....	46
4.2	Justificación de los criterios elegidos	48
4.3	Definición de criterios para la toma de decisión.....	49
5	APLICACIONES PRÁCTICAS DE LA METODOLOGÍA MULTICRITERIO.....	51
5.1	Animales.....	51
5.1.1	Asignación de pesos a los criterios correspondientes	52
5.1.2	Valoración de alternativas.....	53
5.1.3	Cálculo de matrices de concordancia y discordancia.....	54
5.1.4	Análisis de dominancias	55
5.1.5	Resultados y discusión	56
5.2	Aislamiento frente a ruido de impacto	57
5.2.1	Asignación de pesos a los criterios correspondientes	57
5.2.2	Valoración de alternativas.....	57
5.2.3	Cálculo de matrices de concordancia y discordancia.....	58
5.2.4	Análisis de dominancias	59
5.2.5	Resultados y discusión	59
5.3	Ferrocarril.....	60
5.3.1	Asignación de pesos a los criterios correspondientes	61
5.3.2	Valoración de alternativas.....	61
5.3.3	Cálculo de matrices de concordancia y discordancia.....	62
5.3.4	Análisis de dominancias	63
5.3.5	Resultados y discusión	63
5.4	Autovía	64
5.4.1	Asignación de pesos a los criterios correspondientes	65
5.4.2	Valoración de alternativas.....	66
5.4.3	Cálculo de matrices de concordancia y discordancia.....	67
5.4.4	Análisis de dominancias	67
5.4.5	Resultados y discusión	68
6	CONCLUSIONES	69
7	REFERENCIAS.....	71
	Anexo 1. Simulaciones en forjados	73
	Anexo 2. Simulaciones en fachadas	145

Estudio de alternativas para hacer frente a problemas de contaminación acústica. Aplicación a
varios casos prácticos en Los Corrales de Buelna

Anexo 3. Simulaciones en particiones verticales	181
---	-----

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

El presente Trabajo Fin de Grado corresponde al grado en Ingeniería Civil, Mención de Construcciones Civiles. La definición del TFG que se recoge en la normativa es la siguiente:

"El TFG consistirá en la realización por parte del estudiante de un trabajo original, autónomo y personal, bajo la dirección de un profesor, en el que se apliquen y desarrollen los conocimientos, capacidades y competencias adquiridas a lo largo de la titulación"

Así mismo en la normativa se recoge las distintas tipologías de TFG:

"El TFG atenderá a una de las siguientes tipologías: proyecto constructivo clásico, proyecto básico y estudio o trabajo sobre cualquier aspecto de la ingeniería civil"

Este TFG se titula **"Estudio de Alternativas para hacer frente a problemas de contaminación acústica. Aplicación a casos prácticos"**, por lo tanto, como su nombre indica, se enmarca dentro del grupo de estudios, a los que la normativa se refiere del siguiente modo:

"El estudio puede abarcar cualquier campo de la ingeniería civil y tratarse de un cálculo detallado, una comparación de procedimientos constructivos, un estudio de alternativas, un desarrollo de ensayos de laboratorio, un desarrollo de modelos numéricos, etc. En este apartado se incluyen los trabajos relacionados con desarrollo de software y los trabajos de investigación"

Debido al carácter del TFG, para su desarrollo han sido necesarios los conocimientos propios del Grado en Ingeniería Civil adquiridos en diversas asignaturas como son: Edificación; Patología y Rehabilitación de la Edificación; Construcción de Obras Públicas; Organización y Control de Obras; Cálculo de Estructuras; Tecnología de Estructuras; Estadística y Métodos Numéricos; Impacto Ambiental; Caminos; Ferrocarriles e Infraestructuras Viarias; y Maquinaria, Equipos y plantas.

La elección de la temática de este trabajo responde al crecimiento de la exposición a ruidos en nuestra vida cotidiana, ruidos que consideramos normales o de los que incluso ni siquiera nos percatamos y que pueden interferir en nuestro descanso y, por consiguiente, en nuestra salud (Lombillo, I. 2013).

1.2 Objetivos

La problemática de la contaminación acústica es de gran importancia en el ámbito de la ingeniería civil, tanto en el entorno urbano como en el de las infraestructuras lineales (carreteras y ferrocarriles). Este TFG realizará un estudio de varias alternativas posibles para mejorar el aislamiento acústico en edificios y la problemática frente a ruido en el entorno de las infraestructuras lineales, contribuyendo a la mitigación de los efectos de la contaminación acústica. Además, se analizarán varios casos prácticos en la población de Los Corrales de Buelna, Cantabria, relacionados con actividades ruidosas en el núcleo urbano y el paso a través del

Estudio de alternativas para hacer frente a problemas de contaminación acústica. Aplicación a varios casos prácticos en Los Corrales de Buelna

municipio de la autovía A-67 y el ferrocarril Santander-Palencia. Finalmente, se concluirá con una discusión crítica de las alternativas.

Para alcanzar el objetivo final, será necesario lograr los siguientes objetivos parciales:

- Definir la problemática del ruido, identificando los trastornos e inconvenientes que produce, así como revisar la normativa vigente referente al ruido, al aislamiento acústico de los edificios y a la contaminación acústica.
- Investigar soluciones constructivas que puedan aislar o atenuar la transmisión de ruidos en edificios y en las inmediaciones de obras lineales (autovía y ferrocarril), exponiendo sus características y capacidades acústicas.
- Proponer una metodología multicriterio que permita establecer un orden de prioridad entre distintas soluciones para un caso práctico concreto.
- Aplicar la metodología multicriterio elegida a 4 casos prácticos concretos en Los Corrales de Buelna, haciendo una selección entre las soluciones constructivas estudiadas y estableciendo el orden de aplicación de las mismas.

1.3 Metodología

Para la realización de este Trabajo Fin de Grado se ha empleado la siguiente metodología:

- Investigación sobre la normativa y leyes relativas al ruido, aislamiento acústico, acondicionamiento acústico y contaminación acústica. Estudio del software que proporciona el Código Técnico de la Edificación en el documento básico de protección frente al ruido.
- Utilización del software del CTE para calcular el aislamiento de soluciones habituales en forjados, fachadas y particiones verticales comprobando el cumplimiento de las exigencias del propio CTE.
- Búsqueda de artículos y publicaciones, principalmente en SCOPUS, que aportarán soluciones avanzadas tanto en el campo de la edificación como en el de las infraestructuras (autovías y ferrocarriles).
- Selección de una metodología multicriterio que permita su aplicación en casos prácticos concretos para ayudar a priorizar, de forma objetiva, la selección de soluciones constructivas.
- Aplicación de la metodología multicriterio a 4 casos prácticos en Los Corrales de Buelna y discusión de los resultados obtenidos.

1.4 Estructuración del documento

A continuación, se lleva a cabo una breve descripción de los capítulos que conforman el documento:

- **Capítulo 1 “Introducción”**

Contextualización del TFG en la normativa vigente y motivación para la elección del tema. Definición de los objetivos que se pretenden alcanzar y descripción de la metodología a seguir para su consecución.

- **Capítulo 2 “Marco General”**

Descripción de la problemática del ruido en la sociedad actual contextualizada en la normativa que lo regula, definiendo el aislamiento acústico y el acondicionamiento acústico. Se clasifica el aislamiento en función de la fuente emisora de ruido en aislamiento frente a ruido aéreo y aislamiento frente a ruido de impacto exponiendo las normativas incluidas en el Código Técnico de la Edificación. También se describe el software que proporciona el CTE para realizar simulaciones de diferentes soluciones constructivas. Por último, se describe la situación a nivel normativo de la contaminación acústica en España.

- **Capítulo 3 “Estudio de alternativas”**

Se exponen las alternativas estudiadas clasificándolas en grupos principales según la tipología de solución constructiva: forjados, fachadas, particiones verticales, y alternativas frente a la contaminación acústica.

- **Capítulo 4 “Propuesta de metodología multicriterio”**

Proposición de una metodología multicriterio que permita ordenar un grupo de alternativas dando prioridad a las más adecuadas para cada caso de estudio. Se define el método elegido, se seleccionan los criterios que se van a utilizar y se definen dichos criterios.

- **Capítulo 5 “Aplicaciones prácticas de la metodología multicriterio”**

Exposición de 4 casos prácticos en Los Corrales de Buelna a los que se aplica la metodología multicriterio escogida. Para ello, se eligen los criterios adecuados para cada caso concreto, se asignan sus pesos y se valora la selección de alternativas de cada caso. Una vez desarrollados los cálculos propios del método, se obtiene un orden de aplicación de las alternativas.

- **Capítulo 6 “Conclusiones”**

En este capítulo se resumen las ideas fundamentales de la investigación que se ha llevado a cabo, así como los resultados obtenidos. Así mismo, se proponen trabajos futuros y posibles investigaciones relacionadas con el aislamiento acústico.

- **Capítulo 7 “Referencias”**

Se indican todas las fuentes bibliográficas consultadas a lo largo de la realización del Trabajo, así como el software empleado.

2 MARCO GENERAL

2.1 El problema del ruido

Vivimos rodeados de ruido, un compañero de vida que muchas veces asumimos como parte de nuestra rutina diaria e incluso nocturna. Sin embargo, el ruido es un enemigo para nuestra salud.

La Organización Mundial de la Salud clasifica el ruido del tráfico como el segundo factor medioambiental más perjudicial en Europa, solamente por detrás de la contaminación medioambiental (*El país, "El ruido enferma y es un problema de salud pública", 02/10/2017*).

En 1999, la OMS recomendó que los niveles de ruido en el exterior no superaran los 55 dB durante el día y los 40 dB por la noche. A pesar de esta recomendación, el ruido sigue siendo tan elevado que la Agencia Medioambiental Europea estima que provoca 16.600 muertes prematuras anuales en Europa. Además, 32 millones de personas sufren estrés y 13 millones padecen problemas de sueño. También está relacionado con problemas cognitivos y cardiovasculares pudiendo asociarse, según algunos estudios, con la diabetes y la obesidad.

En 2002, el Parlamento Europeo tomó conciencia de este problema con una directiva sobre evaluación y gestión del ruido (*DIRECTIVA 2002/49/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental*). Esta directiva contribuyó a que en España se aprobara la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido. El Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, desarrolla esta ley de 2003 y entre otras novedades se incluyen tablas con los niveles de ruido admisibles distinguiendo diferentes áreas. Cabe destacar que, en áreas urbanizadas con predominio de uso residencial, el índice de ruido nocturno que marca como objetivo este Real Decreto es de 55 dB, siendo de 65 dB el índice de ruido entre las 7:00 y las 23:00. Estos objetivos son poco ambiciosos si tenemos en cuenta la recomendación de la OMS en 1999.

Así mismo, en la Ley del Ruido se especifica que los horarios que definen la noche podrán ser modificados por las ordenanzas municipales correspondientes, que serán además las encargadas de regular los ruidos generados por actividades de los vecinos del municipio, pues éstas quedan excluidas de dicha ley estatal.

2.2 Aislamiento acústico

Se entiende por aislamiento acústico al conjunto de procedimientos empleados para reducir o evitar la transmisión de ruidos (tanto aéreos como estructurales) de un recinto a otro o desde el exterior hacia el interior de un recinto o viceversa, con el fin de obtener una calidad acústica determinada. Cuando se habla de aislamiento siempre se tiene en consideración dos recintos diferentes, es decir, se considera el sonido que se genera en un recinto, que se transmite y es percibido en otro recinto.

El aislamiento acústico exigido en el DB HR es el aislamiento final en la edificación o aislamiento acústico in situ. Los índices que expresan dicho aislamiento acústico son magnitudes que pueden obtenerse en el edificio terminado mediante un ensayo de aislamiento acústico normalizado y el valor de esta medición es directamente comparable con el de la exigencia.

Estudio de alternativas para hacer frente a problemas de contaminación acústica. Aplicación a varios casos prácticos en Los Corrales de Buelna

El aislamiento acústico a ruido aéreo está definido en el DB HR como la diferencia de niveles estandarizada ponderada A, $D_{nT,A}$, que es un índice que evalúa el aislamiento a ruido aéreo entre recintos y no únicamente el aislamiento de los elementos constructivos que se interponen entre ellos. Lo mismo sucede con el aislamiento a ruido de impactos, que está definido como el nivel global de presión de ruido de impactos estandarizado, $L'_{nT,w}$, que también evalúa el nivel de presión de ruido de impactos entre recintos y no únicamente el del forjado.

En la [Tabla 1](#) se resumen los principales índices empleados en el CTE DB-HR referentes al aislamiento acústico.

Tabla 1. Resumen de índices de aislamiento utilizados en el DB HR (Lombillo, I., 2013)

	Índices de aislamiento acústico	
	En el edificio	De elementos constructivos.
Ruido aéreo entre recintos	$D_{nT,A}$ (dBA)	R_A (dBA)
Ruido de impactos	$L'_{nT,w}$ (dB)	$L_{n,w}$ (dB)
Ruido aéreo entre un recinto y el exterior	$D_{2m,nT,A,tr}$ (dBA)	$R_{A,tr}$ (dBA)
	índices que expresan el aislamiento exigido en el DB HR	índices utilizados en las opciones de aislamiento del DB HR
	SE PUEDEN ENSAYAR IN SITU'	NO SE PUEDEN ENSAYAR IN SITU SON INDICES QUE SE OBTIENEN EN LABORATORIO

$D_{nT,A}$: Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, entre recintos interiores, [dBA]

R_A : Índice global de reducción acústica de un elemento, ponderado A, [dBA]

$D_{2m,nT,A,tr}$: Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, en fachadas y en cubiertas, para ruido exterior dominante de automóviles o de aeronaves, [dBA]

$R_{A,tr}$: Índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido exterior dominante de automóviles o de aeronaves, [dBA]

$L'_{nT,w}$: Nivel global de presión de ruido de impactos estandarizado, [dB]

$L_{n,w}$: Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, [dB]

2.2.1 Ruido aéreo

Tanto su origen como su recepción son en el aire. Se genera por la perturbación del aire que rodea a fuentes sonoras. Las ondas sonoras originadas chocan con otras superficies, entrando éstas en vibración y perturbando de nuevo el aire que las rodea. De esta forma se origina un nuevo foco de emisión sonora.

Se transmite principalmente a los recintos inmediatamente próximos a la fuente de ruido a través de los cerramientos. El aislamiento frente a ruido aéreo implica principalmente la insonorización del techo y las paredes.

Valores límite de aislamiento

a) Recinto protegido

Tabla 2. Exigencias de aislamiento en recinto protegido (CTE DH HR)

Protección frente a ruido generado en:	Exigencias	
	Ruido aéreo (dBA)	Ruido Impacto (dBA)
Misma unidad de uso	$R_A \geq 33$	-
Otras unidades de uso	$D_{nT,A} \geq 50$	$L'_{nT,w} < 65$
Zonas comunes	$D_{nT,A} \geq 50^{(1)}$	$L'_{nT,w} < 65$
	$R_A \text{ puerta y vent} \geq 30^{(2)}$	

Estudio de alternativas para hacer frente a problemas de contaminación acústica. Aplicación a varios casos prácticos en Los Corrales de Buelna

	$R_A \geq 50^{(2)}$	
Recinto de actividad o recintos de instalaciones	$D_{nT,A} \geq 55$	$L'_{nT,w} < 60$
Exterior	Tabla 3	-
Edificios colindantes (medianerías)	$D_{2m,nT,Atr} \geq 40^{(3)}$	-
	$D_{nT,A} \geq 50^{(4)}$	-

⁽¹⁾ Siempre que no comparta puertas o ventanas

⁽²⁾ Cuando comparta puertas o ventanas

⁽³⁾ Aislamiento acústico a ruido aéreo de cada uno de los cerramientos de la medianería

⁽⁴⁾ Aislamiento acústico a ruido aéreo correspondiente al conjunto de los dos cerramientos de una medianería

Tabla 3. Valores de aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{2m,nT,Atr}$, en dBA, entre un recinto protegido y el exterior, en función del índice de ruido día, L_d (CTE DB HR).

L_d dBA	Uso del edificio			
	Residencial y hospitalario		Cultural, sanitario ⁽¹⁾ , docente y administrativo	
	Dormitorios	Estancias	Estancias	Aulas
$L_d \leq 60$	30	30	30	30
$60 < L_d \leq 65$	32	30	32	30
$65 < L_d \leq 70$	37	32	37	32
$70 < L_d \leq 75$	42	37	42	37
$L_d > 75$	47	42	47	42

⁽¹⁾ En edificios de uso no hospitalario, es decir, edificios de asistencia sanitaria de carácter ambulatorio, como despachos médicos, consultas, áreas destinadas al diagnóstico y tratamiento, etc.

b) Recinto habitable

Tabla 4. Exigencias de aislamiento acústico en recintos habitables (CTE DB HR)

Protección frente a ruido generado en:	Exigencias	
	Ruido aéreo (dBA)	Ruido Impacto (dBA)
Misma unidad de uso	$R_A \geq 33$	-
Otras unidades de uso	$D_{nT,A} \geq 45$	-
Zonas comunes	$D_{nT,A} \geq 45^{(1)}$	-
	$R_A \text{ puerta y vent} \geq 20^{(2)}$ $R_A \geq 50^{(2)}$	
Recinto de actividad o recintos de instalaciones	$D_{nT,A} \geq 45$	$L'_{nT,w} < 60$
Edificios colindantes (medianerías)	$D_{2m,nT,Atr} \geq 40^{(3)}$	-
	$D_{nT,A} \geq 50^{(4)}$	-

⁽¹⁾ Siempre que no comparta puertas o ventanas

⁽²⁾ Cuando comparta puertas o ventanas

⁽³⁾ Aislamiento acústico a ruido aéreo de cada uno de los cerramientos de la medianería

⁽⁴⁾ Aislamiento acústico a ruido aéreo correspondiente al conjunto de los dos cerramientos de una medianería

A continuación, se muestra un gráfico comparativo de las exigencias de aislamiento a ruido aéreo entre viviendas en 35 países de Europa (Figura 1).

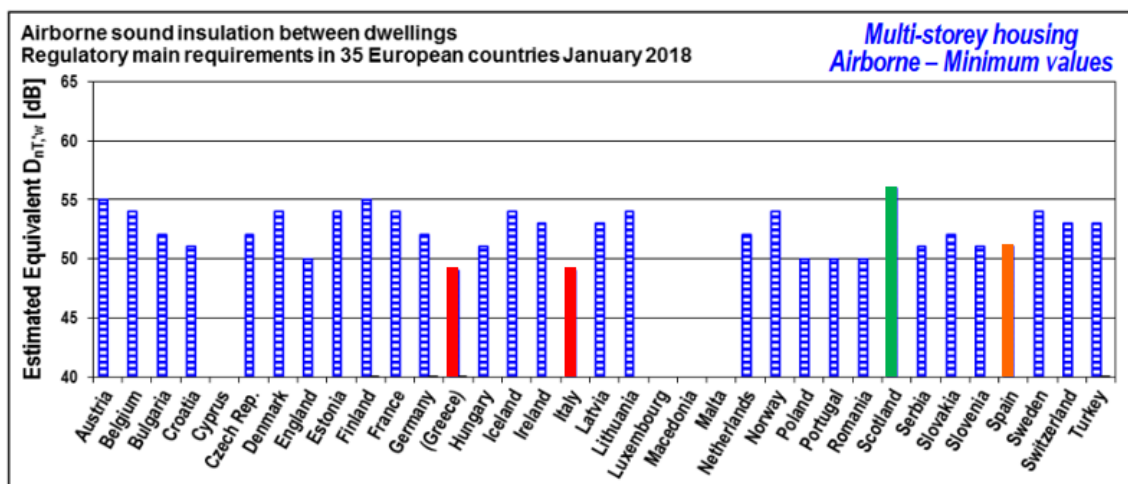


Figura 1: Gráfico comparativo de las exigencias de aislamiento a ruido aéreo (Rasmussen, 2018)

Puede comprobarse que España figura entre los países menos exigentes (exceptuando aquellos carentes de normativa), mientras destacan Austria, Finlandia y sobre todo Escocia como los más comprometidos con el aislamiento acústico frente a ruido aéreo.

2.2.2 Ruido de impacto

Se origina en un medio sólido y su recepción se produce en el aire. Al producirse un golpe sobre una superficie, habitualmente el forjado, aparecen vibraciones que pueden ser transmitidas a otras superficies debido a la rigidez de los elementos constructivos, originándose nuevos focos de emisión sonora.

El ruido de impacto puede transmitirse por todo el edificio y requiere insonorizar el suelo para atenuar dicha transmisión.

Los valores exigibles se pueden observar en las tablas arriba expuestas (Tabla 2 y Tabla 3).

A modo de concienciación sobre lo poco exigente que es la normativa española en cuestión de aislamiento frente a ruido de impacto, la Figura 2 ilustra los niveles de presión de ruido de impacto permitidos en 35 países de Europa.

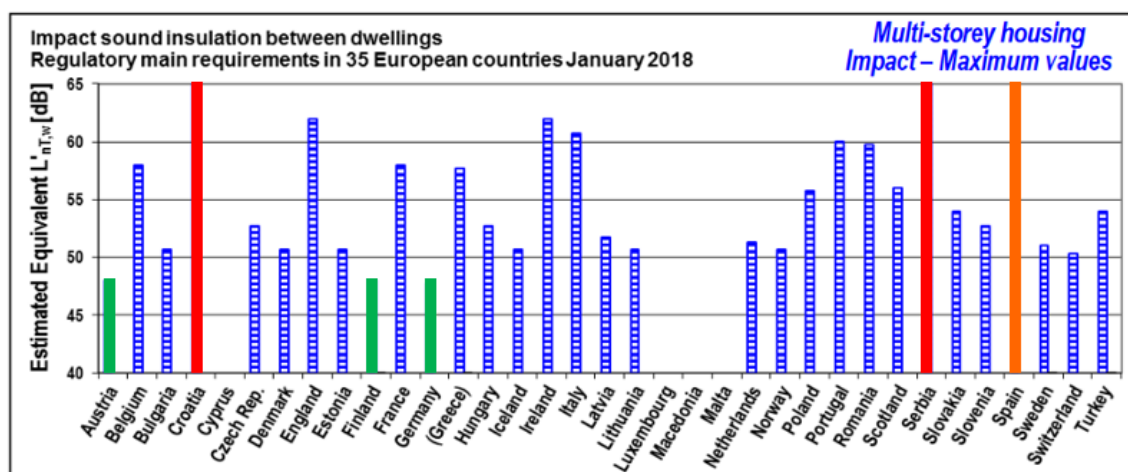


Figura 2: Gráfico comparativo de las exigencias de aislamiento a ruido de impacto (Rasmussen, 2018)

Se observa que España, Serbia y Croacia son los países más permisivos, mientras que Austria y Finlandia vuelven a destacar como los más estrictos. Se une Alemania al grupo de países exigentes con el aislamiento frente a ruido de impacto. Los 3 países sitúan el umbral permitido por debajo de los 50 dB de transmisión de ruidos de impacto, muy lejos de los 65 dB permitidos en España.

2.3 Acondicionamiento acústico

El objetivo del acondicionamiento acústico es que los ocupantes de un recinto disfruten de un confort acústico. Para ello, se actuará sobre los paramentos del recinto con el fin de optimizar la reflexión del sonido.

La falta de acondicionamiento acústico permite que el sonido choque con los límites del recinto, rebotando y llegando de nuevo al receptor que percibe el mismo sonido varias veces repetido en el tiempo, lo que genera incomodidad y cansancio si se prolonga en el tiempo.

Un buen acondicionamiento acústico será aquel en el que la energía sonora reflejada sea mínima, lo que se conseguirá en mayor o menor medida dependiendo de la capacidad de absorción que recubren las superficies límite del recinto en cuestión.

A la hora de elegir un material, será muy importante su **coeficiente de absorción (α_s)** que relaciona la energía absorbida con la energía incidente. Así, los materiales con un α_s mayor serán más eficientes en cuestión de acondicionamiento acústico.

$$\alpha_s = \frac{\text{Energía absorbida}}{\text{Energía incidente}}$$

Ecuación 1. Coeficiente de absorción (Lombillo, I., 2013).

La reverberación es un fenómeno derivado de la reflexión del sonido, consistente en una ligera prolongación del sonido una vez que se ha extinguido la fuente generadora del mismo, debido a un retardo asociado con las ondas reflejadas.

El tiempo de reverberación ([Ecuación 2](#) y [Figura 3](#)) será el parámetro con el que se evalúe el acondicionamiento acústico de la sala. Siendo diferente en función del uso para el que estará destinada y definiéndose como el tiempo necesario para que el nivel de presión sonora disminuya 60 dB una vez cese la fuente.

$$Tr = \frac{0,16 \cdot V}{\sum A}$$

V = Volumen del local en m³ α_s = coeficiente de absorción

A = Área de absorción (α_s , S) S = Superficies en m²

Ecuación 2. Tiempo de reverberación (Lombillo, I., 2013)

<u>TIPO DE SALA</u>	<u>TR en seg.</u>
Sala de conferencias	0.7 -1.0
Cine	1.0 -1.2
Sala polivalente	1.2 -1.5
Teatro de opera	1.2 -1.5
Sala de conciertos (música de cámara)	1.3 -1.7
Sala de conciertos (música sinfónica)	1.8 -2.0
Iglesia/ Catedral (órgano, canto coral)	2.0 -3.0
Locutorio de radio	0.2 -0.4

Figura 3: Tiempos de reverberación recomendados para distintos usos (Lombillo, I., 2013)

2.4 Herramienta oficial de cálculo del DB HR del CTE

El Código Técnico de la Edificación ofrece en su página web un software para calcular el aislamiento acústico de un recinto, obteniendo como resultado una predicción de las mediciones que se podrían realizar en el propio edificio.

Se trata de una herramienta muy útil, dado que las exigencias del CTE DB HR se refieren en todo momento a mediciones de aislamiento in situ, no siendo suficientes los datos obtenidos en laboratorio para cada elemento constructivo.

Dicho software utiliza bases de datos oficiales (catálogo del CTE), considerando las medidas, masa y todas las características acústicas ensayadas en laboratorio de los elementos constructivos. Además, da la opción de añadir una base de datos propia, por si tuviéramos materiales ensayados que no están incluidos en la base de datos del propio CTE.

El programa divide los posibles casos de cálculo en 4 grandes grupos:

- Recintos superpuestos
- Recintos adyacentes
- Aislamiento exterior
- Impactos entre recintos con una arista en común

También puede encontrarse un apartado relativo al acondicionamiento acústico, donde se nos ofrece la posibilidad de calcular el tiempo de reverberación de un recinto.

Dentro de cada grupo, puede optarse por diferentes casos de estudio en función de la disposición del recinto receptor. Por ejemplo, en el caso de dos recintos superpuestos, habrá que elegir en función de cuantas aristas comparten entre ellos y la disposición espacial de un recinto respecto al otro, pues pueden no coincidir en sus medidas.

Una vez se ha seleccionado el caso de cálculo concreto, se inicia la introducción de los datos del recinto objeto de estudio. El primer dato necesario es la superficie del elemento separador que se va a estudiar (forjado, fachada, cubierta o partición vertical). Para cumplimentar la entrada de datos, debe introducirse las medidas de cada arista del recinto, las superficies de los elementos que lo envuelven, el volumen de éste, el tipo de uniones entre los diferentes elementos, y la tipología de cada uno de los elementos separadores. Para introducir la tipología, se escoge dentro de las múltiples opciones que ofrece el catálogo del CTE. Además, pueden

Estudio de alternativas para hacer frente a problemas de contaminación acústica. Aplicación a varios casos prácticos en Los Corrales de Buelna

añadirse diferentes suelos flotantes, techos suspendidos, ventanas, capialzados y trasdosados. Con todos estos datos se consigue recrear un recinto realista y detallado que permite al software desarrollar los cálculos necesarios para estimar las mediciones de aislamiento in situ.

Al tratarse de una herramienta oficial, nos permite escoger el tipo de recinto según su uso (habitable, protegido, de instalaciones...) y compararlo con los valores mínimos exigidos, mostrando en un recuadro (Figura 4) esos valores requeridos en función de los datos introducidos y si nuestro recinto cumple o no la normativa.

$D_{nT,A}$	Requisito CTE		$L'_{nT,w}$	Requisito CTE	
56	50	CUMPLE	52	65	CUMPLE
56	50	CUMPLE			

Figura 4. Cálculos de aislamiento de un forjado (herramienta oficial de cálculo del CTE)

La herramienta de cálculo dispone de un manual y unos tutoriales que se pueden ir consultando sin cerrar el caso de cálculo en el que estamos trabajando (Figura 5). En estos tutoriales nos van explicando paso a paso, y con capturas de pantalla del programa, cómo introducir los datos de nuestro caso de cálculo y a qué se refiere el programa cuando nos pide parámetros que no se han definido previamente.

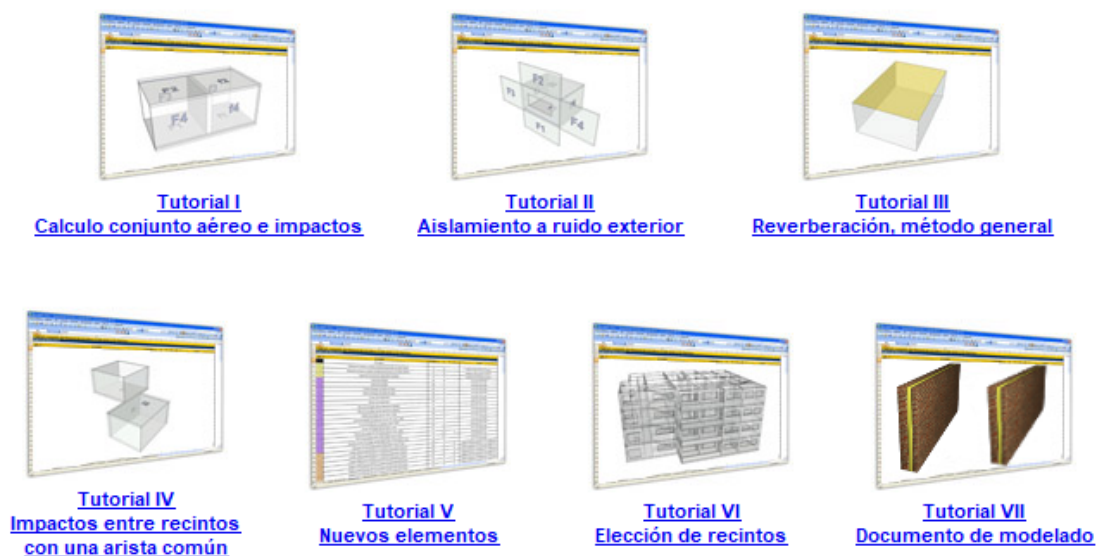


Figura 5. Menú de tutoriales (herramienta oficial de cálculo)

Además, en el apartado “Información técnica” se explican las hipótesis de cálculo utilizadas por el software y los métodos de cálculo para cada caso de estudio. Definiendo la terminología empleada y las fórmulas matemáticas que llevarán al cálculo del aislamiento final que veíamos en la Figura 4. Si leemos detenidamente los métodos de cálculo de este apartado, podremos entender mejor cómo el software efectúa los cálculos, algo que podemos comprobar en la pestaña de “cálculos” de nuestro caso estudiado (Figura 6).

Estudio de alternativas para hacer frente a problemas de contaminación acústica. Aplicación a varios casos prácticos en Los Corrales de Buelna

Recinto 2

Tipo de recinto como emisor: Unidad de uso
Tipo de recinto como receptor: Protegido

Como Flanco

Elemento constructivo base	m' (kg/m²)	R _{e,A}	S _i (m²)	l _f (m)	m' (kg/m²)	R _{f,A}
Elemento f1 (Pared)	LP 115 + RM + AT + LH 70 + Enl 15 (valores medios)	271	50	12.96	4.8	271

Datos de entrada Ficha justificativa BD local oficial (no editable) BD local no oficial (editable) Cálculos Aéreo de 1 a 2 Cálculos Aéreo de 2 a 1 Cálculos Impacto

Figura 6. Captura del cálculo de un forjado

Si pinchamos en la pestaña “Cálculos Impacto” veremos el desarrollo y el resultado del aislamiento frente a ruido de impacto (Figura 7).

Cálculo conjunto del Aislamiento Acústico a ruido aéreo y de impacto entre recintos interiores												
Cálculos												
Contribución directa												
								$L_{n,w}$	$\Delta L_{w,D}$	$\Delta L_{w,d}$	$L_{n,w,Dd}$	$\tau_{Dd} = 10^{0,1 Ri,A}$
								76	27	-	49	79432.8
Contribución de Directo a flanco												
i		$R_{s,A}$	$L_{n,w}$	$R_{f,m,A}$	$\Delta L_{w,D}$	$\Delta R_{f,A}$	K_{Df}	l_0 (m)	l_f (m)	S_s (m²)	$L_{n,w,Df}$	$\tau_{Dd} = 10^{0,1 Ri,A}$
1		53	76	50	27	-	8.7	1	4.8	16.8	36.4	4324.46
2		53	76	33	27	-	11.3	1	4.8	16.8	42.3	16824.1
3		53	76	33	27	-	11.3	1	3.5	16.8	40.9	12267.6
4		53	76	33	27	-	11.3	1	3.5	16.8	40.9	12267.6
											46.6	45683.7
Nivel Global de Presión de Ruidos de Impactos												
										$L'_{n,w}$	$\tau_n = 10^{0,1 L_{n,w}}$	
										$L_{n,w,Dd}$	49	79432.8
										$L_{n,w,Df}$	46.6	45683.7
										51	125117	
Nivel Global de Presión de Ruidos de Impactos estandarizado												
										$L'_{n,w}$	V (m³)	$L'_{nT,w}$
										51	45.36	49.4

Figura 7. Desarrollo de los cálculos de impacto

De la misma manera, podremos comprobar los cálculos frente a ruido aéreo (Figura 8, Figura 9 y Figura 10).

Cálculo conjunto del Aislamiento Acústico a ruido aéreo y de impacto entre recintos interiores														
Cálculos														
Contribución directa														
		R _{S,A}	ΔR _{D,A}	ΔR _{d,A}	maxΔR _{i,A} minΔR _{i,A} ΔR _{Dd,A}			R _{Dd,A}			R _{Dd,m,A}	τ _{Dd} = 10 ^{-0,1 Ri,A}		
		53	6	-	6 0 6			59			59	1.25893e-06		
Contribución de Flanco a flanco														
i=j		R _{F,A}	R _{t,A}	ΔR _{F,A}	ΔR _{t,A}	maxΔR _{i,A} minΔR _{i,A} ΔR _{Ff,A}			K _{Ff}	l _o (m)	l _f (m)	S _s (m²)	R _{Ff,A}	τ _{Ff} = 10 ^{-0,1 Ri,A}
1		50	50	-	-	0 0 0			10.3	1	4.8	16.8	65.7	2.66644e-07
2		33	33	-	-	0 0 0			22.9	1	4.8	16.8	61.3	7.34399e-07
3		33	33	-	-	0 0 0			22.9	1	3.5	16.8	62.7	5.35499e-07
4		33	33	-	-	0 0 0			22.9	1	3.5	16.8	62.7	5.35499e-07
													65.7	
													56.8	2.07204e-06

Figura 8. Desarrollo de los cálculos de ruido aéreo

Estudio de alternativas para hacer frente a problemas de contaminación acústica. Aplicación a varios casos prácticos en Los Corrales de Buelna

Contribución de Flanco a directo													
i		R _{F,A}	R _{S,A}	ΔR _{F,A}	ΔR _{d,A}	maxΔR _{i,A}	minΔR _{i,A}	ΔR _{DF,A}	K _{DF}	l ₀ (m)	l _f (m)	S _s (m²)	τ _{DF} = 10 ^{-0,1 Ri,A}
1		50	53	-	-	0	0	0	8.7	1	4.8	16.8	2.72855e-07
2		33	53	-	-	0	0	0	11.3	1	4.8	16.8	1.06153e-06
3		33	53	-	-	0	0	0	11.3	1	3.5	16.8	7.74032e-07
4		33	53	-	-	0	0	0	11.3	1	3.5	16.8	7.74032e-07
													55.4
													2.88245e-06
Contribución de Directo a flanco													
i		R _{S,A}	R _{F,A}	ΔR _{D,A}	ΔR _{f,A}	maxΔR _{i,A}	minΔR _{i,A}	ΔR _{DF,A}	K _{DF}	l ₀ (m)	l _f (m)	S _s (m²)	τ _{DF} = 10 ^{-0,1 Ri,A}
1		53	50	6	-	6	0	6	8.7	1	4.8	16.8	6.85381e-08
2		53	33	6	-	6	0	6	11.3	1	4.8	16.8	2.66644e-07
3		53	33	6	-	6	0	6	11.3	1	3.5	16.8	1.94428e-07
4		53	33	6	-	6	0	6	11.3	1	3.5	16.8	1.94428e-07
													61.4
													7.24038e-07

Figura 9. Desarrollo de los cálculos de ruido aéreo

Contribución por Transmisión Aérea Directa e Indirecta						
	D _{n,e,A}	D _{n,s,A}	A ₀ (m²)	S _s (m²)	D _{n,ai,A*}	τ _{Dd} = 10 ^{-0,1 D_{n,a,A}}
	0	0	10	16.8	inf	0

Índice global de reducción acústica aparente, ponderado A			
$R'_A = -10 \log_{10} \left(10^{-\frac{R_{Dd,A}}{10}} + \sum_{F=f=1}^4 10^{-\frac{R_{Ff,A}}{10}} + \sum_{f=1}^4 10^{-\frac{R_{Df,A}}{10}} + \sum_{F=1}^4 10^{-\frac{R_{Ff,A}}{10}} + \frac{A_0}{S_S} \sum_{a_i=e_i,s_i} 10^{-\frac{D_{n,ai,A}}{10}} \right)$		R' _A	τ _n = 10 ^{-0,1 Ln,w}
	R _{Dd,A}	59	1.25893e-06
	R _{Ff,A}	56.8	2.07204e-06
	R _{Fd,A}	55.4	2.88245e-06
	R _{Df,A}	61.4	7.24038e-07
	D _{n,ai,A*}	inf	0
		51.6	6.93745e-06

Diferencia de Niveles Estandarizada, ponderada A				
	R' _A	V (m³)	S _s (m²)	D _{nTA}
	51.6	45.36	16.8	51

Figura 10. Desarrollo de los cálculos de ruido aéreo

Si seguimos detenidamente los cálculos del software, podremos conocer los puntos más débiles de nuestro elemento constructivo. Por ejemplo, en una fachada, la influencia de las ventanas y los capialzados es determinante a la hora de calcular el aislamiento final del conjunto.

2.5 La contaminación acústica

Se llama contaminación acústica, contaminación sónica o contaminación sonora al exceso de sonido que altera las condiciones normales del ambiente en una determinada zona. Si bien el ruido no se acumula, traslada o mantiene en el tiempo como las otras contaminaciones, también puede causar grandes daños en la calidad de vida de las personas si no se controla bien o adecuadamente, como se ha expuesto en el apartado 2.1.

El término "contaminación acústica" hace referencia al ruido (entendido como sonido excesivo y molesto), provocado por las actividades humanas (tráfico, industrias, locales de ocio, aviones, barcos, entre otros) que produce efectos negativos sobre la salud auditiva, física y mental de los seres vivos.

El Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental, crea el Sistema Básico de Información sobre la Contaminación Acústica (SICA).

El SICA constituye la base de datos necesaria para la organización de la información relativa a la contaminación acústica y, en particular, la referente a los mapas estratégicos de ruido y planes de acción.

Estudio de alternativas para hacer frente a problemas de contaminación acústica. Aplicación a varios casos prácticos en Los Corrales de Buelna

Un mapa estratégico de ruido está diseñado para poder evaluar globalmente la exposición al ruido en una zona determinada, debido a la existencia de distintas fuentes de ruido, o para poder realizar predicciones globales para dicha zona.

Se presenta, como ejemplo, un mapa de ruido de la ciudad de Santander (Figura 11).



Figura 11. Mapa de ruido de la zona de universidades en Santander. (sicaweb.cedex.es)

Por lo tanto, los mapas estratégicos de ruido contienen información sobre niveles sonoros y sobre la población expuesta a determinados intervalos de esos niveles de ruido, además de otros datos exigidos por la Directiva 2002/49/CE y la Ley del Ruido.

Los **mapas estratégicos de ruido** pueden ser exigidos por 4 razones:

- **Aglomeración:** la porción de un territorio, delimitado por el Estado Miembro, con más de 100.000 habitantes y con una densidad de población tal que se considera como una zona urbanizada. Pueden abarcar un municipio, una parte de un municipio o varios municipios. Deben ser elaborados por Ayuntamientos y Comunidades Autónomas.
- **Gran eje viario:** cualquier carretera regional, nacional o internacional, con un tráfico superior a $3 \cdot 10^6$ vehículos/año. Deben ser elaborados por el Ministerio de Fomento, Comunidades Autónomas y Diputaciones.
- **Gran eje ferroviario:** cualquier vía férrea con un tráfico superior a 30.000 trenes/año. Deben ser elaborados por el Ministerio de Fomento y Comunidades Autónomas.
- **Gran aeropuerto:** cualquier aeropuerto civil, con más de 50.000 movimientos/año (siendo movimientos tanto los despegues como los aterrizajes), con exclusión de los que se efectúen únicamente a efectos de formación en aeronaves ligeras. Deben ser elaborados por el Ministerio de Fomento.

La elaboración de los mapas estratégicos de ruido se programó en dos fases descritas de la siguiente manera:

Estudio de alternativas para hacer frente a problemas de contaminación acústica. Aplicación a varios casos prácticos en Los Corrales de Buelna

- A más tardar, el 30 de junio de 2007, se debían haber elaborado y, en su caso, aprobado por las autoridades competentes, mapas estratégicos de ruido sobre la situación del año civil anterior, correspondientes a todas las aglomeraciones con más de 250.000 habitantes y a todos los grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los $6 \cdot 10^6$ vehículos/año, grandes ejes ferroviarios cuyo tráfico supere los 60.000 trenes/año, y grandes aeropuertos existentes en su territorio.
- A más tardar, el 30 de junio de 2012 y después, cada cinco años, debían haberse elaborado y, en su caso, aprobado por las autoridades competentes, mapas estratégicos de ruido sobre la situación al año civil anterior, correspondientes a todas las aglomeraciones urbanas y a todos los grandes ejes viarios y grandes ejes ferroviarios existentes en su territorio.

Una vez cumplido el calendario de elaboración de mapas estratégicos de ruido, en la página web del SICA (Sistema Básico de Información sobre la Contaminación Acústica, <http://sicaweb.cedex.es/>) se pueden consultar todos los mapas realizados hasta el momento.

3 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Con el objetivo de buscar soluciones a diversos problemas acústicos, se ha investigado sobre posibles soluciones en función de la problemática a tratar. Para cubrir un amplio espectro se han clasificado dichas soluciones en 4 grupos: forjados, fachadas, particiones verticales y alternativas frente a la contaminación acústica.

Se trata tanto de soluciones de uso habitual como nuevas técnicas o materiales de nueva aplicación en el aislamiento acústico, [Figura 12](#).



Figura 12. Ejemplos de las soluciones estudiadas

En la [Tabla 5](#) se resumen todas las soluciones estudiadas.

Tabla 5. Tabla resumen de las soluciones estudiadas

Solución			Ruido aéreo	Ruido de impacto
Forjados	Forjados habituales (3.1.1)	Unidireccionales	$D_{nT,A} = 43-52 \text{ dB}$	$L'_{nT,w} = 49-59 \text{ dB}$
		Reticulados	$D_{nT,A} = 49-53 \text{ dB}$	$L'_{nT,w} = 47-63 \text{ dB}$
		Losas alveolares	$D_{nT,A} = 51-54 \text{ dB}$	$L'_{nT,w} = 45-57 \text{ dB}$
		Placa maciza	$D_{nT,A} = 52-59 \text{ dB}$	$L'_{nT,w} = 38-52 \text{ dB}$
	Soluciones avanzadas	Forjado de madera reforzado (3.1.2.1)	$R_A = 61 \text{ dB}$	$L_{N,w} = 49 \text{ dB}$
		Sistema de placas huecas (3.1.2.2)	-	$L'_{nT,w} = 36-71 \text{ dB}$
		Aislamiento de suelos de madera (3.1.2.3)	$D_{nT,A} = 56 \text{ dB}$	$L'_{nT,w} = 51 \text{ dB}$
Fachadas	Fachadas habituales (3.2.1)	Fachadas de fábrica vista	$D_{2m,nT,Atr} = 34-39 \text{ dB}$	-
		Fachadas con revestimiento continuo	$D_{2m,nT,Atr} = 36-39 \text{ dB}$	-
		Fachadas con revestimiento discontinuo	$D_{2m,nT,Atr} = 38-39 \text{ dB}$	-
	Soluciones avanzadas	Fachadas vegetales (3.2.2.1)	$R_A = 15-18 \text{ dB}$	-
		Muros cortina de vidrio (3.2.2.2)	$R_W = 39-42 \text{ dB}$	-
Particiones verticales	Particiones habituales (3.3.1)	Partición vertical de una hoja	$D_{nT,A} = 57-61 \text{ dB}$	-
		Partición vertical de dos hojas	$D_{nT,A} = 54-58 \text{ dB}$	-
	Soluciones avanzadas	Paneles de vidrio (3.3.2.1)	$R_W = 35-45 \text{ dB}$	-
Contaminación acústica	Barreras acrílicas (3.4.1)		$\Delta R_W = 10-11 \text{ dB}$	-
	Barreras de hormigón prefabricado (3.4.2)		$\Delta L_{equ} = -40 \text{ dB}$	-
	Muros verdes (3.4.3)		$R_A = 15-18 \text{ dB}$	
	Barreras de aluminio (3.4.4)		$DL_R = 25-33 \text{ dB}$	
	Resonadores para ferrocarril (3.4.5)		$\Delta R \leq 10 \text{ dB}$	
	Zanja de Geofoam (3.4.6)		$\Delta R \leq 12 \text{ dB}$	
	Resonadores bajo asfalto (3.4.7)		$\Delta R \leq 3 \text{ dB}$	

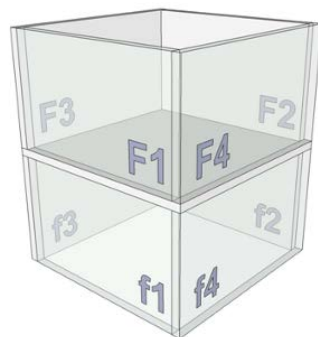
3.1 Forjados

3.1.1 Forjados habituales: Prestaciones

Utilizando la herramienta oficial de cálculo del DB HR del CTE y el catálogo de elementos constructivos, se expondrán diferentes posibilidades a la hora de escoger un forjado y su comportamiento frente a ruido aéreo y ruido de impacto.

Datos previos a los cálculos:

Se ha definido el caso de cálculo con un recinto emisor de $45,26 \text{ m}^3$ con una superficie de forjado de $16,8 \text{ m}^2$ en el que uno de sus flancos es una fachada y los otros tres son particiones verticales interiores. Se trata de un recinto protegido situado encima de otro recinto protegido de idénticas medidas, por lo que comparten 4 aristas (Figura 13)



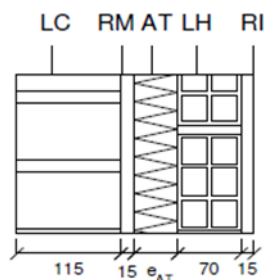
F1 y f1: Fachadas

Resto de elementos (F2, F3, F4, f2, f3, f4):
Particiones verticales interiores

Figura 13. Disposición de los recintos emisor y receptor (herramienta oficial de cálculo del CTE)

Dado que el objetivo es analizar las propiedades aislantes del forjado, se han escogido el resto de parámetros requeridos por el software tratando de ser desfavorables al aislamiento.

- Fachada de fábrica vista sin cámara con aislamiento por el interior



LC: Fábrica de ladrillo cerámico 115mm
RM: Revestimiento intermedio 15mm
AT: Aislante no hidrófilo
LH: Fábrica de ladrillo hueco 70mm
RI: Revestimiento interior 15mm
HF: Hoja de fábrica

Figura 14. Detalle de fachada (catálogo del CTE)

- Particiones verticales interiores de una hoja de fábrica de ladrillo cerámico hueco de gran formato (LGF)

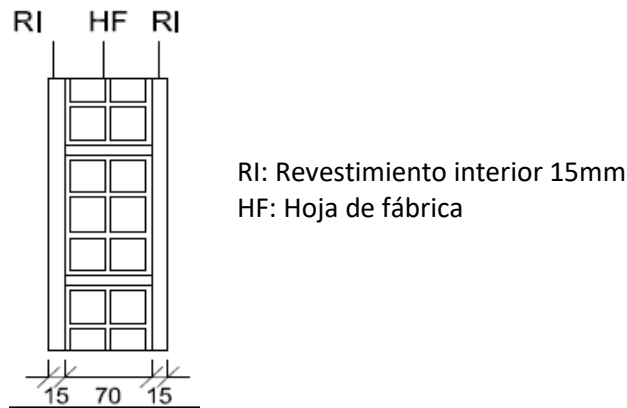


Figura 15. Detalle de partición vertical (catálogo del CTE)

- Las 4 uniones de las aristas compartidas entre los dos recintos serán de tipo rígido

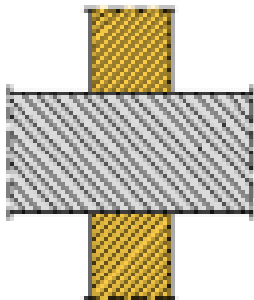


Figura 16: Detalle unión rígida (herramienta oficial de cálculo del CTE)

Para comparar diferentes soluciones, se ha escogido un forjado de 300mm de canto, 4 posibles bovedillas y se han combinado con 3 tipos diferentes de suelos flotantes. La herramienta oficial de cálculo no tiene en cuenta el acabado (AC) de los suelos flotantes, lo que podría incrementar el aislamiento acústico en todos los casos calculados.

En la [Tabla 6](#) se sintetizan los resultados obtenidos con el software ($D_{nT,A}$ y $L'_{nT,w}$) y se realiza una comparación entre el aislamiento teórico frente a ruido aéreo que ofrece el catálogo del CTE (R_w) y el calculado mediante la herramienta oficial de cálculo. Las diferencias entre el aislamiento a ruido de impacto teórico y el calculado son en todos los casos inferiores a 1 dB, por lo que no se ha considerado relevante expresar dicha diferencia en la tabla comparativa.

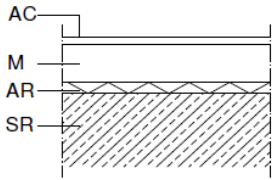
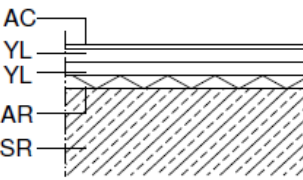
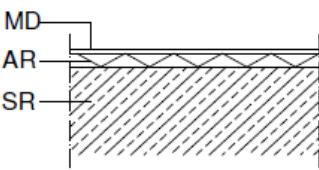
Resultados ([Tabla 6](#))

- Se han sombreado con color rojo los datos que no cumplen las exigencias del CTE.
- En cuanto al **aislamiento frente a ruido de impacto**, solamente una solución no cumple las exigencias. Se trata de un forjado unidireccional con bovedilla de EPS (polietileno expandido elastificado). Las demás soluciones serían aplicables, destacando el forjado de placa maciza con la instalación de los 2 primeros tipos de suelos flotantes. Sin embargo, hay que tener en cuenta que esta solución es la de mayor masa y eso repercutirá en el diseño de la estructura.

- Analizando el **aislamiento a ruido aéreo** puede observarse que las soluciones que no cumplen la normativa son los forjados unidireccionales con bovedilla de EPS.
- Al observar la **diferencia entre el aislamiento teórico (R_A) y el calculado ($D_{nt,A}$)**, se comprueba que esta diferencia es mayor cuanto mayor es el aislamiento del suelo flotante. Además, se ve una desviación aún mayor en los forjados de placa maciza con respecto a otros forjados con la misma tipología de suelo flotante.
- Hay que tener en cuenta que estos resultados se han obtenido planteando desde un primer momento unas condiciones desfavorables, luego se podría trabajar en esas condiciones iniciales para conseguir un mayor aislamiento y no solamente cumplir los requisitos mínimos. Además de variar los cantos de los forjados, cabría contemplar la posibilidad de instalar techos suspendidos, para considerar su contribución al aislamiento a ruido aéreo/impactos, o se podría aumentar el espesor de lana mineral para mejorar las prestaciones de aislamiento.

Estudio de alternativas para hacer frente a problemas de contaminación acústica. Aplicación a varios casos prácticos en Los Corrales de Buelna

Tabla 6. Comparativa del comportamiento acústico de los forjados calculados

Suelo flotante	Forjado (SR) de 300mm de canto		Masa forjado (Kg/m²)	L' nT,w (dB)	RA (dB)	DnT,A (dB)	DnT,A - RA
<div></div> <div>Capa de mortero (M) sobre 12mm de lana mineral (AR)</div>	Unidireccional (con bovedilla...)	cerámica	333	47	59	53	-6
		de hormigón	372	46	61	55	-6
		de hormigón de áridos ligeros	342	47	60	54	-6
		de EPS	222	57	53	48	-5
	Reticular (con bovedilla...)	cerámica	365	46	61	55	-6
		de hormigón	385	45	62	55	-7
		de hormigón de áridos ligeros	369	46	61	55	-6
		de EPS	337	51	60	54	-6
	Losas alveolares	Sin capa de compresión	387	45	61	55	-6
		Con capa de compresión	459	43	62	57	-5
	Placa maciza	De hormigón convencional	750	36	73	64	-9
		De hormigón con áridos ligeros	600	39	69	61	-8
<div></div> <div>Placa doble de 30mm de yeso laminado (YL) y 30mm de lana mineral (AR)</div>	Unidireccional (con bovedilla...)	cerámica	333	47	55	52	-3
		de hormigón	372	50	55	53	-2
		de hormigón de áridos ligeros	342	47	54	53	-1
		de EPS	222	57	47	46	-1
	Reticular (con bovedilla...)	cerámica	365	46	55	53	-2
		de hormigón	385	45	56	54	-2
		de hormigón de áridos ligeros	369	46	55	53	-2
		de EPS	337	51	54	52	-2
	Losas alveolares	Sin capa de compresión	387	45	56	54	-2
		Con capa de compresión	459	43	57	55	-2
	Placa maciza	De hormigón convencional	750	36	67	63	-4
		De hormigón con áridos ligeros	600	39	63	60	-3
<div></div> <div>Tablero de madera (M) sobre 30mm de lana mineral (AR)</div>	Unidireccional (con bovedilla...)	cerámica	333	57	53	51	-2
		de hormigón	372	56	55	52	-3
		de hormigón de áridos ligeros	342	57	54	51	-3
		de EPS	222	67	47	45	-2
	Reticular (con bovedilla...)	cerámica	365	56	55	52	-3
		de hormigón	385	55	56	53	-3
		de hormigón de áridos ligeros	369	56	55	52	-3
		de EPS	337	61	54	51	-3
	Losas alveolares	Sin capa de compresión	387	55	56	53	-2
		Con capa de compresión	459	53	57	54	-3
	Placa maciza	De hormigón convencional	750	46	67	62	-5
		De hormigón con áridos ligeros	600	49	63	59	-4

3.1.2 Soluciones avanzadas

3.1.2.1 Forjados reforzados de madera

En edificios antiguos es común encontrar forjados de madera separando las plantas. Este tipo de construcciones presentan un bajo aislamiento acústico, permitiendo una mayor transmisión del sonido que la que podemos percibir en un edificio moderno con forjados de hormigón ajustados a las especificaciones del Código Técnico de la Edificación.

Con el objetivo de mejorar el aislamiento acústico entre plantas, será necesario incorporar nuevos materiales, lo que incrementará la masa y podrá poner en peligro la capacidad portante del forjado. Por ello, se presenta una solución mixta de refuerzo (Figura 17) que implica la disposición de perfiles UPN colindantes con viguetas alternas de madera, y una placa de hormigón conectada, mediante conectores, a los perfiles metálicos referidos y encofrada contra una chapa metálica grecada de forjado tipo Cofrastra 40 (Figura 18).

La Figura 17 ilustra la solución mixta referida en un forjado de madera con entrevigado de 85 cm.

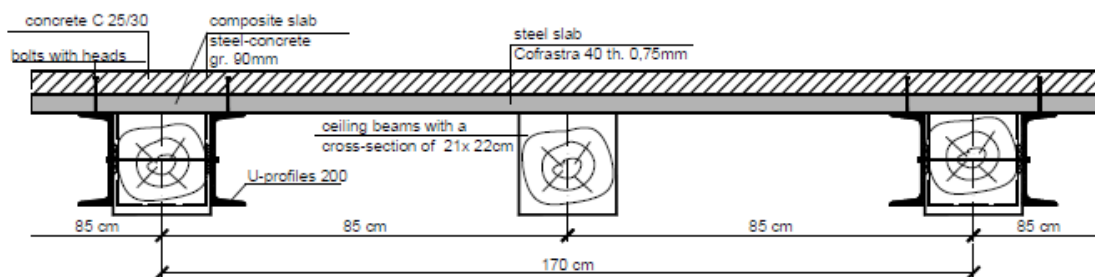


Figura 17. Forjado mixto con entrevigado de 85 cm (Grochowska, Kaliszuk y Gil 2018)

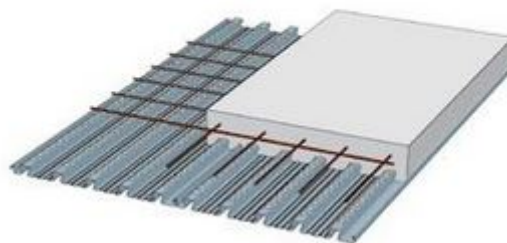


Figura 18. Losa de hormigón sobre chapa Cofrastra (<https://constructalia.arcelormittal.com>)

Una vez realizado el refuerzo, se complementa con:

- Una capa elástica Regupol o Isolgomma sobre la placa de hormigón
- Doble placa de yeso suspendido por debajo de las viguetas mediante perfilería metálica
- Una capa de 10cm de lana mineral entre dichas viguetas.
- Como capa de acabado puede optarse, entre otras soluciones, por una capa de hormigón (Figura 19) o madera (Figura 20).

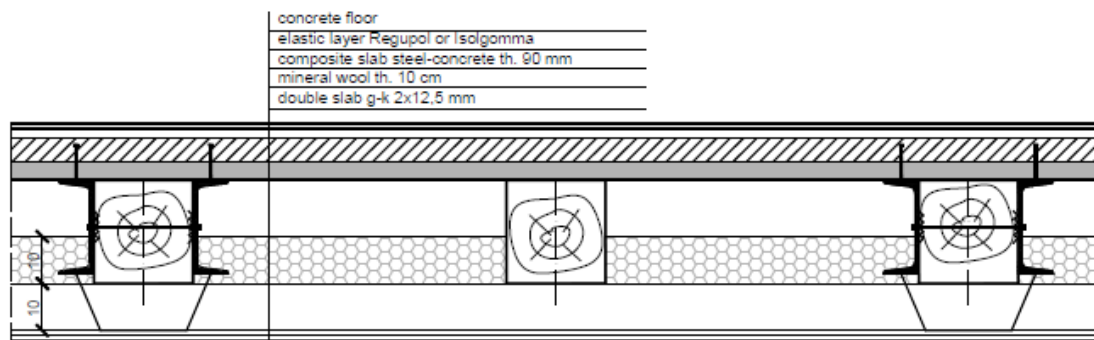


Figura 19. Acabado en hormigón (Grochowska, Kaliszuk y Gil 2018)

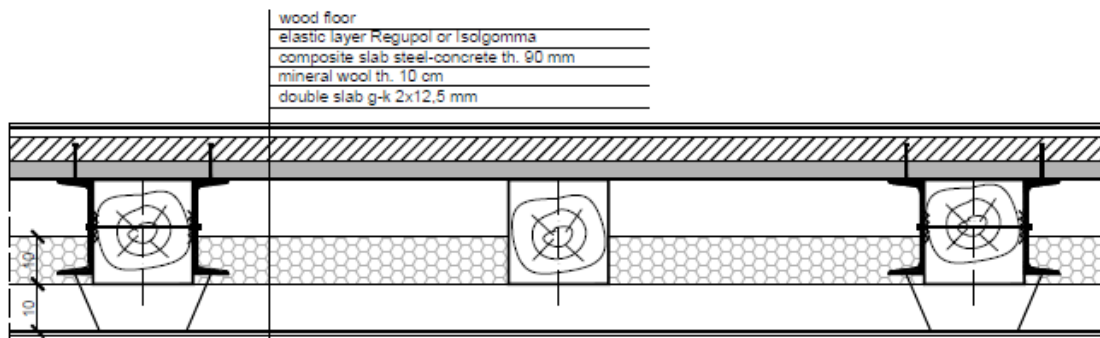


Figura 20. Acabado en madera (Grochowska, Kaliszuk y Gil 2018)

A continuación se presentan resultados de simulaciones numéricas llevadas a cabo con el software Insul 8.0 (Grochowska, Kaliszuk y Gil 2018), que tiene en cuenta el grosor del material, su densidad, módulo de Young, coeficiente de absorción interna y la separación entre materiales.

Tabla 7. Resultados del comportamiento acústico del refuerzo mixto planteado

Opción	Ruido aéreo R_A dB	Ruido de impacto $L_{N,W}$ dB
Suelo de hormigón	61	49
Suelo de madera	61	48

Puede observarse que la diferencia entre las dos opciones es mínima en cuanto a los resultados obtenidos. Estos resultados son superiores a los mínimos exigidos por el CTE-DB-HR, por lo que podemos suponer que con una correcta instalación y cuidando las uniones entre paramentos, ambas opciones cumplirán las mediciones in situ necesarias.

3.1.2.2 Sistema de placas aligeradas

Un sistema de placas aligeradas es un método de construcción eficiente que reduce la cantidad de hormigón utilizada, aligerando el peso de la estructura mediante la incorporación de huecos

Estudio de alternativas para hacer frente a problemas de contaminación acústica. Aplicación a varios casos prácticos en Los Corrales de Buelna

en los forjados. Los huecos se generan mediante la introducción de unos moldes de poliestireno expandido entre la armadura superior e inferior del forjado.

Este sistema presenta ventajas como eficiencia económica, facilidad de uso o respeto medioambiental, pero también tiene desventajas tales como la dificultad de construcción y el incremento del gasto cuando no se construye correctamente.

En un principio, estas placas presentaban una baja resistencia a cortante y flexión. Estudios de diferentes académicos han desarrollado los anclajes y la forma de los huecos hasta conseguir que las placas huecas se comporten de manera casi igual que un forjado de hormigón armado frente a esfuerzo cortante y de flexión.

Su utilización en Japón y Corea del Sur en edificios residenciales ha supuesto una disminución de las quejas vecinales debidas a las molestias generadas por ruido.

Para evaluar la efectividad de estas placas referido al aislamiento frente a ruido de impacto, se reportan los resultados de un estudio in situ publicado en 2019 (Na et al., 2019).

Las mediciones de ruido de dicho estudio fueron realizadas en un edificio coreano comercial-residencial construido con placas aligeradas utilizando placas metálicas con salientes en forma de T para ayudar a la sujeción de los moldes de poliestireno y mejorar el comportamiento de la estructura frente a esfuerzos de flexión y cortante ([Figura 21](#) y [Figura 22](#)).

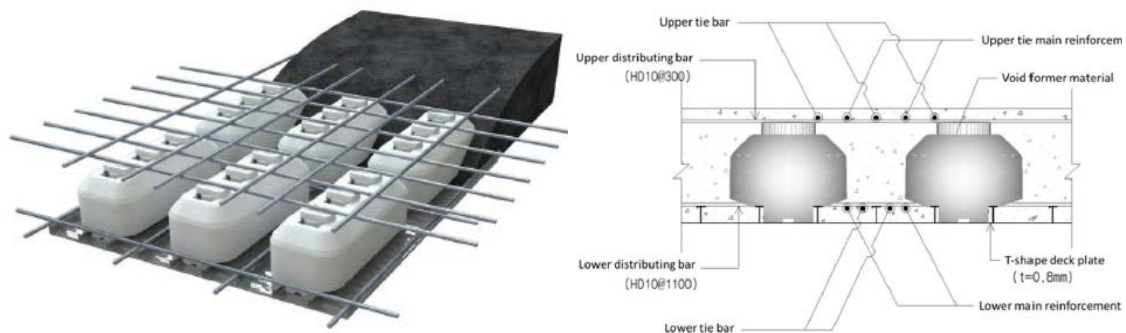


Figura 21. Modelado de disposición de los moldes con la armadura y sección transversal de la placa (PAIK, I., NA, S., 2018)



Figura 22. Detalles de la instalación de los moldes de poliestireno expandido (PAIK, I., NA, S., 2018)

En el edificio objeto de estudio se utilizó el sistema de placas aligeradas en las tres primeras plantas. El hormigón utilizado tiene una resistencia a compresión de 24 MPa mientras que el

acero presenta una resistencia a tracción de 400 MPa. El grosor de las placas es de 300 mm sin contar los materiales de finalización.

Las mediciones de sonido referentes al ruido de impacto se hicieron siguiendo la normativa coreana que contempla dos supuestos; uno para impacto de peso ligero (125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz y 2000 Hz) y otro para impacto de peso pesado (63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz).

Tabla 8. Resultados

Resultados de los ensayos a ruido de impacto		
Frecuencia (Hz)	Impacto de peso ligero $L'_{nT,w}$ (dB)	Impacto de peso pesado $L'_{nT,w}$ (dB)
63	-	71.9
125	53.2	53.9
250	54.7	44.9
500	51.3	40.3
1000	47.1	-
2000	36.4	-

Analizando los resultados de los ensayos (Tabla 8), puede observarse que la mayoría de los valores obtenidos son adecuados para la utilización de este sistema en un edificio residencial por cumplir las exigencias del CTE-DB-HR. La única excepción es el valor correspondiente a la frecuencia 63 Hz, sin embargo, hay que tener en cuenta que estas mediciones se han realizado sin los acabados correspondientes a la finalización de la estructura. Cuando se finalice la instalación, podría reducirse el nivel de ruido más de esos 7 dB necesarios para el cumplimiento de la normativa española adoptando suelos flotantes adecuados y, en su caso, techos suspendidos. En la Figura 23 se ilustra el remate de la placa con la instalación de una capa horizontal aislante de 30 mm y otra de 10 mm de grosor en el contacto con el paramento vertical. Además, se colocaría una capa de 40 mm de hormigón ligero poroso encima de la capa horizontal aislante y otra capa de 40 mm de mortero de finalización.

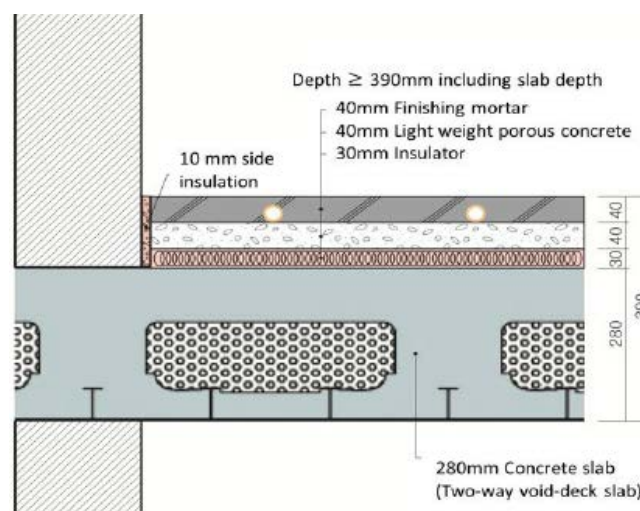


Figura 23. Detalle de finalización (PAIK, I., NA, S., 2018)

3.1.2.3 Aislamiento acústico de suelos de madera

Seguidamente se va a exponer una solución de aislamiento acústico estudiada y testada por Nowoswiat et al. en su artículo “Sound insulation of wooden floors”, publicado en 2018.

Los test de aislamiento acústico se realizaron en un edificio multifamiliar en Gliwice, Polonia. Se trata de un edificio anterior a la segunda guerra mundial con forjados de madera. El alto número de edificios de esta época que todavía están habitados en Polonia, ha llevado a investigar sobre la mejora de su aislamiento acústico.

Los ensayos se realizaron instalando los equipos generadores de ruido en la segunda planta del edificio y los receptores en la primera planta, abarcando un rango de frecuencias entre los 50 Hz y los 5000 Hz.

Dichos ensayos se realizaron primeramente sobre el forjado existente en el edificio sin aplicar ninguna medida correctora (Figura 24) y posteriormente, se acopló una capa de 15 cm de lana mineral bajo el forjado (Figura 25).

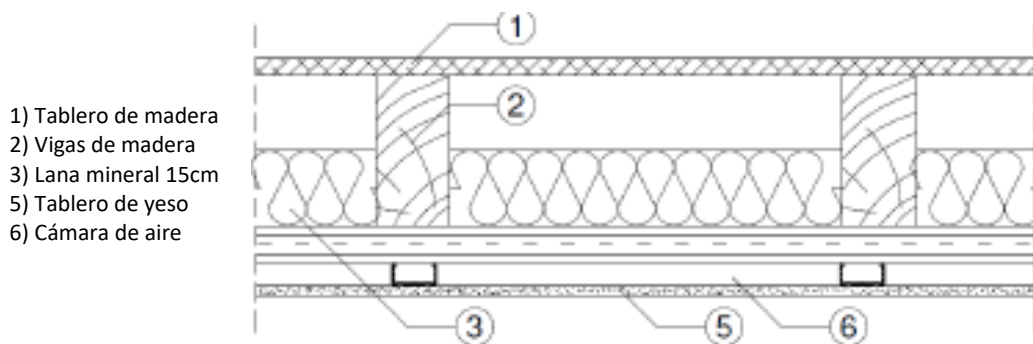


Figura 24. Sección transversal del forjado del edificio estudiado. (Nowoswiat et al. 2018)

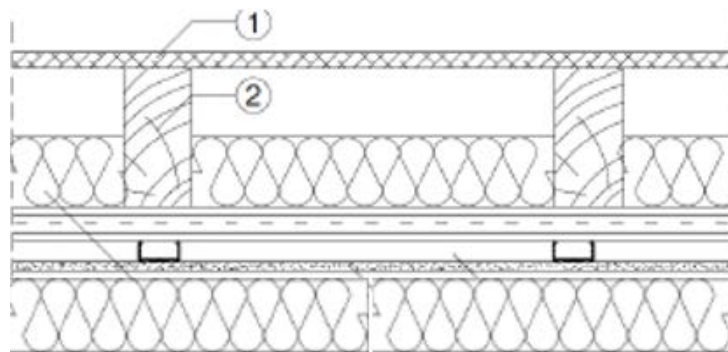


Figura 25. Sección transversal con la capa extra de lana mineral (Nowoswiat et al. 2018)

Tabla 9. Resultados de las mediciones

Tipo de suelo	Resultados
Original sin adaptación	$L'_{nT,w}=68$ dB $D_{nT,A}= 48$ dB
Con la adaptación de la capa extra de lana mineral	$L'_{nT,w}= 51$ dB $D_{nT,A}= 56$ dB

Como se observa en la [Tabla 9](#), ambas soluciones presentan un buen aislamiento frente a ruido aéreo. Al colocar una capa extra de 15 cm de lana mineral se ha conseguido aumentar bastante el aislamiento frente a ruido aéreo (8 dB) y reducir en gran medida la transmisión frente a ruido de impacto (17 dB).

Este estudio demuestra que añadiendo lana mineral a los forjados de madera se pueden mejorar notablemente las capacidades de aislamiento acústico del edificio.

3.2 Fachadas

3.2.1 Fachadas habituales: Prestaciones

Utilizando la herramienta oficial de cálculo del DB HR del CTE y el catálogo de elementos constructivos, se expondrán diferentes posibilidades a la hora de escoger una fachada y su comportamiento frente a ruido aéreo.

Datos previos:

Para proceder al cálculo del aislamiento frente a ruido aéreo de diferentes tipos de fachadas mediante la herramienta oficial de cálculo del CTE DB HR, se ha supuesto un recinto receptor de 45.36 m³, cuya superficie de fachada es de 12.96 m² (4,8x2.7) y con 3 superficies que serán particiones verticales interiores.

Se calculará el aislamiento acústico de la fachada suponiendo que no tuviera ningún hueco (ventana) y, posteriormente, con una ventana de dimensiones 1,8x1,5 m, considerando además un capialzado de 0,25 m de altura.

Los datos expuestos constatarán la importancia de los huecos en el aislamiento acústico frente a ruido aéreo en fachadas

Los datos iniciales necesarios para la realización de los cálculos se completan de la siguiente manera:

- Forjado unidireccional con bovedilla cerámica de 300 mm de canto sin suelo flotante, ni techo suspendido.
- Particiones verticales interiores de una hoja de fábrica de ladrillo cerámico hueco de gran formato (70 mm) ([Figura 15](#)).
- Tipo de recinto: residencial y sanitario. Dormitorios.
- Uniones entre forjado y fachada de tipo rígida en T.
- Uniones entre fachada y pared de tipo rígida en T.
- El índice de ruido día (L_d) considerado será el recomendado para zonas de uso residencial cuando se carecen de datos: 60 dB ocasionado por tráfico de vehículos.
- Ventana sencilla (VS) deslizante con vidrio de 4 mm de grosor.

Estudio de alternativas para hacer frente a problemas de contaminación acústica. Aplicación a varios casos prácticos en Los Corrales de Buelna

- Doble ventana (DV), deslizante en el exterior y oscilobatiente en el interior. Cada ventana dispondrá de dos vidrios de 4 mm con cámara de 6 mm.
- En ambos casos se tendrá en cuenta un capialzado de 0,25 m de altura (superficie 0,45 m²).

La situación del recinto se expresa en la siguiente figura:

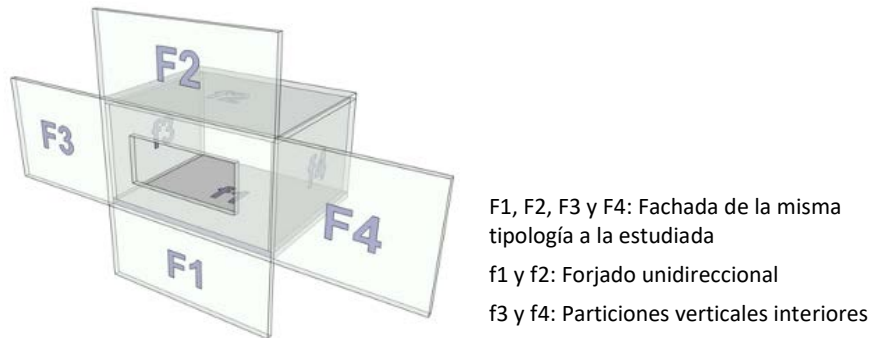


Figura 26 (herramienta oficial de cálculo del CTE)

Definido el caso de cálculo, en la [Tabla 11](#) y [Tabla 12](#) se exponen los **resultados**.

Tabla 10. Leyenda para los croquis de fachadas expuestos en la Tabla 11 y Tabla 12.

VS: Ventana simple	DV: Doble ventana
HP: Hoja principal	C: Cámara de aire ventilada
LC: Fábrica de ladrillo cerámico	AT: Aislante no hidrófilo
BH: Fábrica de ladrillo de hormigón	LH: Fábrica de ladrillo hueco
T: Tablero o panel impermeable	YL: Placa de yeso laminado
RM: Revestimiento intermedio	RI: Revestimiento interior
SP: Separación de 10 mm	RE: Revestimiento exterior continuo
LHO: Fábrica de ladrillo perforado de hormigón	

Tabla 11. Resultados de fachadas sin cámara de aire (leyenda en la Tabla 10)

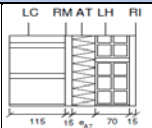
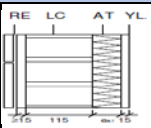
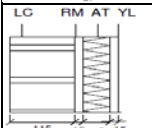
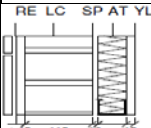
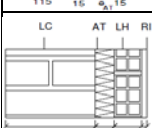
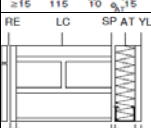
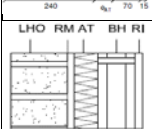

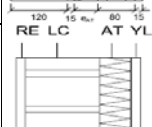
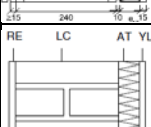
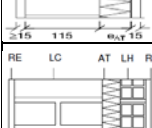
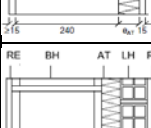
Fachadas sin cámara de aire		Parte homogénea de fachada Sin ventanas			Afección ventanas $D_{2m,nT,Atr}$ (dB)		Fachadas sin cámara de aire		Parte homogénea de fachada Sin ventanas			Afección ventanas $D_{2m,nT,Atr}$ (dB)	
		R_{Atr} (dB)	$D_{2m,nT,Atr}$ (dB)	$D_{2m,nT,Atr} - R_{Atr}$	VS (dB)	DV (dB)			R_{Atr} (dB)	$D_{2m,nT,Atr}$ (dB)	$D_{2m,nT,Atr} - R_{Atr}$	VS (dB)	DV (dB)
De fábrica vista		47	44	-3	32	38	Con revestimiento discontinuo		47	44	-3	32	38
		48	40	-8	32	38			55	48	-7	32	39
		47	45	-2	32	38			56	50	-6	32	39
		46	44	-2	32	38			58	51	-7	32	39
Con revestimiento continuo		47	44	-3	32	38	Con revestimiento continuo		49	46	-3	32	38
		49	41	-8	32	38			51	47	-4	32	39

Tabla 12. Resultados de fachadas con cámara de aire (leyenda en la Tabla 10)

Fachadas con cámara de aire		Parte homogénea de fachada Sin ventanas			Afección ventanas $D_{2m,nT,Atr}$ (dB)		Fachadas con cámara de aire		Parte homogénea de fachada Sin ventanas			Afección ventanas $D_{2m,nT,Atr}$ (dB)	
		R_{Atr} (dB)	$D_{2m,nT,Atr}$ (dB)	$D_{2m,nT,Atr} - R_{Atr}$	VS (dB)	DV (dB)			R_{Atr} (dB)	$D_{2m,nT,Atr}$ (dB)	$D_{2m,nT,Atr} - R_{Atr}$	VS (dB)	DV (dB)
De fábrica vista		44	43	-1	32	37	Con revestimiento discontinuo		51	47	-4	32	38
		52	47	-5	32	39			47	44	-3	32	38
		43	42	-1	32	34			46	44	-2	32	38
		43	42	-1	32	37			47	44	-3	32	38
Con revestimiento continuo		43	42	-1	32	37	Con revestimiento continuo		43	42	-1	32	37
		43	42	-1	32	37			42	41	-1	32	36

Conclusiones:

Observando las tablas puede comprobarse que todas las soluciones calculadas bajo el supuesto de parte homogénea de fachada sin ventanas cumplen la exigencia de aislamiento acústico frente a ruido aéreo del CTE DB HR, que para el caso de estudio (dormitorios en zona con $L_d = 60$ dB) es de $D_{2m,nT,Atr} \geq 30$ dB. Observamos que la menor variación entre el valor teórico (catálogo) y el calculado (software) se da en las fachadas con revestimiento continuo y cámara de aire. Encontrándose la mayor diferencia en las fachadas de fábrica vista. Sin considerar el efecto de los huecos (ventanas), podríamos considerar que la mejor solución en cuanto a aislamiento frente a ruido aéreo es una fachada sin cámara de aire y con revestimiento discontinuo que consta de un bloque de hormigón de 240 mm, aislante térmico separado 10 mm del bloque y placa de yeso laminado de 15 mm (Figura 27).

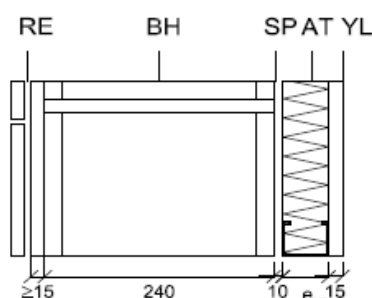


Figura 27. Solución con mejor rendimiento acústico

Igualmente, se aprecia la importancia de los huecos en las fachadas, siendo determinantes en tanto que suponen una disminución muy considerable del aislamiento frente a ruido aéreo, sobre todo con ventanas simples (VS). No obstante, aunque la ventana sea determinante, los cálculos se han desarrollado con una ventana de muy grandes dimensiones (1,8x1.5 m), por lo que el aislamiento conjunto de toda la fachada se verá mejorado si reducimos el tamaño de los huecos.

3.2.2 Soluciones avanzadas

3.2.2.1 Fachadas vegetales (muros verdes)

Un estudio publicado en la revista “Applied Acoustics” propone cubrir las fachadas de los edificios con plantas como método de aislamiento acústico (Azkorra et al, 2015).

Para llevar a cabo los ensayos acústicos se construyó un panel de 2,5 x 2,5 m formado por módulos reciclados de polietileno (Figura 28) en cuyo interior se introdujo sustrato respetuoso con el medio ambiente (fibra de coco). Cada módulo se ajusta a una estructura portante de tubos de acero mediante unos ganchos de polietileno. La estructura se instalará en la fachada objeto de aislamiento.



Figura 28. Módulo de polietileno (Azkorra et al, 2015)

Este cultivo hidropónico cuenta con un sistema de riego que inyecta agua con nutrientes a las plantas, recogiendo por gravedad el excedente de agua en un tanque para su posterior reutilización mediante bombeo.

Para realizar los ensayos, se dispuso el panel de muro vegetal sobre una partición vertical que separaba el recinto emisor del recinto receptor. Siendo los volúmenes de ambos 65 m^3 y 55 m^3 respectivamente.

En la [Tabla 13](#) se relaciona el aislamiento acústico obtenido a diferentes frecuencias, dando como resultado un R_w (índice global de reducción acústica) de 15 dB, con una corrección $C = -1$ para ruido de tráfico. Sin embargo, se estima que con un adecuado tratamiento de las uniones entre los módulos, se conseguirá alcanzar un R_w de **18 dB**.

Tabla 13. Aislamiento a ruido aéreo a diferentes frecuencias

f (kHz)	R (dB)
0.125	13.3
0.250	14.6
0.500	16.4
1.000	14.7
2.000	13.5
4.000	14.8
5.000	17.1

Además de estudiar el aislamiento acústico del muro vegetal, se realizaron ensayos de reverberación instalando difusores en el techo ([Figura 29](#)).

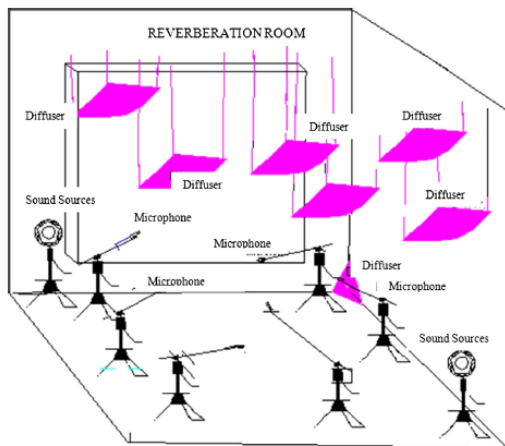


Figura 29. Sala reverberante (Azkorra et al, 2015)

Estos ensayos reflejaron que el muro verde presentaba un coeficiente de absorción de $\alpha_s=0.4$, lo que quiere decir que absorbe el 40% de la energía que incide sobre él, siendo un valor superior al de los materiales convencionales.

3.2.2.2 Muros cortina de vidrio

La utilización de paneles de vidrio como cerramiento de un edificio no es común en edificios residenciales, a pesar de que se pueden encontrar viviendas unifamiliares que optan por esta solución que aporta gran luminosidad en el interior.

Es un recurso bastante utilizado en edificios de oficinas o edificios de gran altura, donde se busca una estética que diferencie el edificio de las construcciones convencionales.

Para la valoración acústica de esta tipología de fachadas, se van a exponer datos de aislamiento acústico del catálogo de la empresa Saint-Gobain, dedicada a la fabricación de paneles de vidrio para su uso en fachadas. Esta empresa ha desarrollado paneles de vidrio con doble capa con un rendimiento acústico que se equipara al de otros paneles de mayor grosor. Esto se consigue con una capa intermedia de polivinilo que une las dos capas de vidrio del panel (Figura 30).

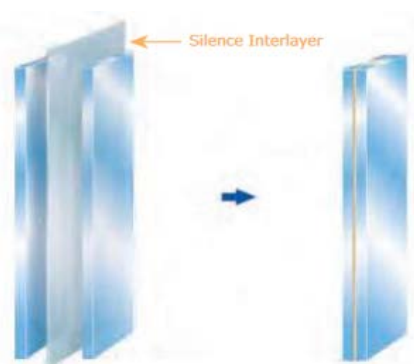


Figura 30. Paneles de vidrio de doble capa con capa intermedia de polivinilo (catálogo Saint Gobain).

Los paneles se fabrican tanto para fachadas como para ventanas, teniendo un tamaño máximo de 6 x 3,21 m y para asegurar un correcto aislamiento se aconseja vigilar la correcta estanqueidad del sellado a marco y el consiguiente drenaje del mismo.

En la [Tabla 14](#) se relacionan las 3 mejores soluciones en cuanto a rendimiento acústico en este tipo de paneles.

Tabla 14. Rendimiento acústico de paneles

Panel	Descripción	R _w	C	C _{tr}
6/12	Capa de 6mm + capa intermedia+ capa de 12 mm	39	-1	-4
8/15	Capa de 8mm + capa intermedia + capa de 15mm	41	-2	-6
10/12	Capa de 10mm + capa intermedia + capa de 12 mm	42	-1	-4

Observamos que los datos de aislamiento acústico proporcionados por la empresa corresponden a valores medidos en laboratorio y aunque se tienen en cuenta correcciones de adaptación espectral (C) y de adaptación frente a ruido generado por tráfico (C_{tr}), los valores de aislamiento que se podrían medir in situ serán bastante inferiores.

Aun así, teniendo en cuenta estas disminuciones en el aislamiento, existe un margen considerable hasta los 30 dB que exige el CTE para fachadas.

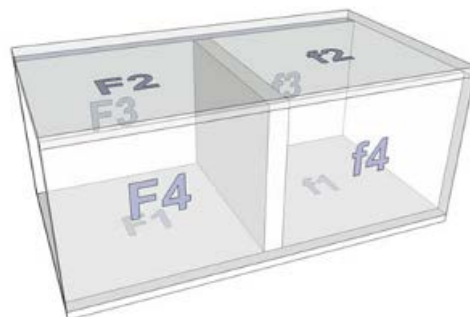
3.3 Particiones verticales

3.3.1 Particiones verticales habituales: Prestaciones

Utilizando la herramienta oficial de cálculo del DB HR del CTE y el catálogo de elementos constructivos, se expondrán diferentes posibilidades a la hora de escoger las particiones verticales de un edificio y su comportamiento frente a ruido aéreo.

Datos previos a los cálculos:

Se ha definido el caso de cálculo con un recinto emisor de 16,8 m² en el que uno de sus flancos es una fachada y los otros tres son particiones verticales interiores. Se trata de un recinto protegido situado al lado de otro recinto protegido de idénticas medidas y características, por lo que comparten 4 aristas ([Figura 31](#)). A la hora de introducir los datos en el software, se utilizará la misma tipología de partición para todas las particiones verticales.



F3 y f3: Fachadas
F4 y f4: Particiones verticales
F1, f1, F2, y f2: Forjados

Figura 31. Disposición de los recintos emisor y receptor (herramienta oficial de cálculo del CTE)

Dado que el objetivo es analizar las propiedades aislantes de la separación vertical, se han escogido el resto de parámetros requeridos por el software tratando de ser desfavorables al aislamiento:

Estudio de alternativas para hacer frente a problemas de contaminación acústica. Aplicación a varios casos prácticos en Los Corrales de Buelna

- Fachada de fábrica vista sin cámara con aislamiento por el interior (Figura 32).

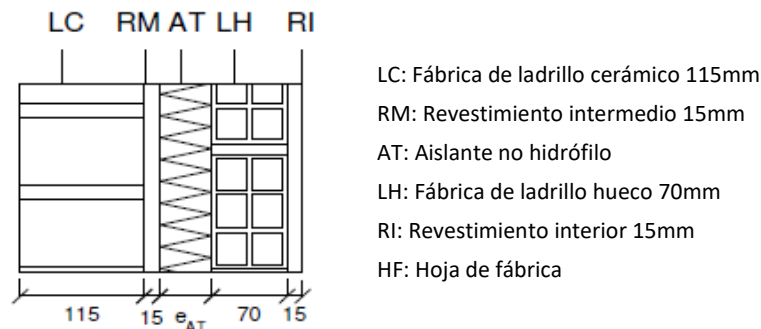


Figura 32. Detalle de fachada (catálogo del CTE)

- Forjado unidireccional con bovedilla cerámica de 300 mm de espesor sin suelo flotante ni techo suspendido.
- Las 4 uniones de las aristas compartidas entre los dos recintos serán de tipo rígido (Figura 33).

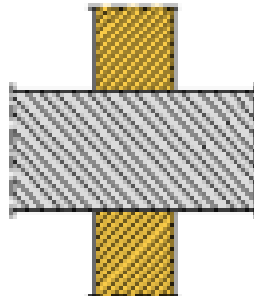


Figura 33: Detalle unión rígida (herramienta oficial de cálculo del CTE)

- Los cálculos con trasdosados se efectúan añadiendo trasdosado en ambas partes de cada partición vertical (Figura 34).

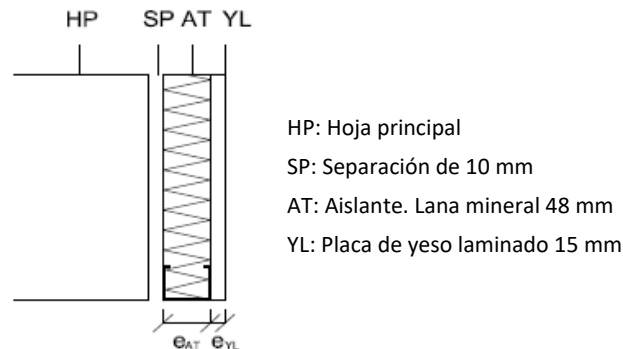


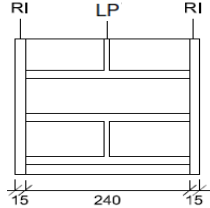
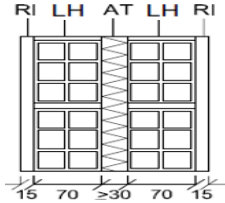
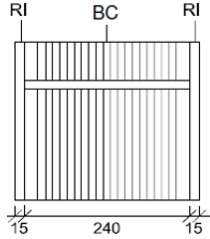
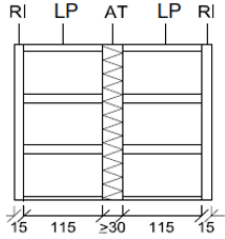
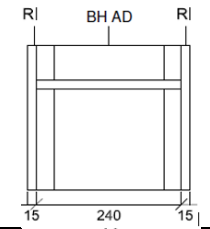
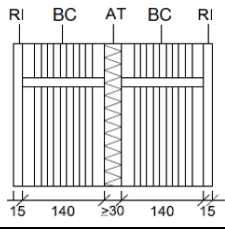
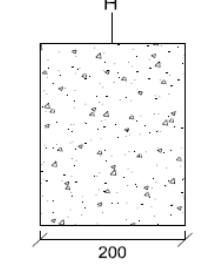
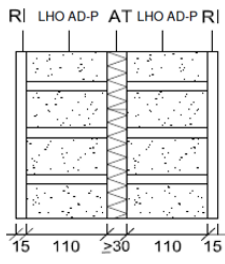
Figura 34. Trasdoso utilizado en los cálculos

Definido las hipótesis de cálculo, se exponen los **resultados** (Tabla 16):

Tabla 15. Leyenda para los croquis expuestos en la Tabla 16

RI: Revestimiento interior	LP: Ladrillo perforado
LC: Fábrica de ladrillo cerámico	LH: Fábrica de ladrillo hueco
BC: Bloque cerámico	AT: Aislante no hidrófilo
LHO: Fábrica de ladrillo perforado de hormigón	BH AD: Bloque de hormigón de áridos densos
LHO AD-P: Ladrillo de hormigón de áridos densos perforado	

Tabla 16. Cálculos de particiones verticales

Partición de una hoja	Sin trasdosados $D_{nT,A}$ (dB)	Con trasdosados $D_{nT,A}$ (dB)	R_A (dB)	$D_{nT,A}$ - R_A	Partición de dos hojas	Sin trasdosados $D_{nT,A}$ (dB)	Con trasdosados $D_{nT,A}$ (dB)	R_A (dB)	$D_{nT,A}$ - R_A
	50	58	62.5	-4.5		45	54	66.5	-12.5
	50	57	65	-8		47	56	61	-5
	52	58	65.5	-7.5		48	56	62	-6
	56	60	67.5	-7.5		49	57	63	-5

Conclusiones:

Teniendo en cuenta la exigencia del CTE DB HR respecto a ruido aéreo en el caso estudiado ($D_{nT,A} \geq 50$), se observa que todas las soluciones de una hoja cumplen la normativa aún sin la instalación de trasdosados, mientras que ninguna de las opciones de dos hojas cumple los requisitos mínimos sin los mismos. No obstante, las soluciones de dos hojas, una vez instalados los trasdosados, adquieren propiedades aislantes próximas a las de una hoja.

Entre todas las soluciones calculadas destaca el desempeño acústico de la partición de una hoja de hormigón armado de 200 mm de espesor, si bien se trata de una solución que aumentará la masa de la estructura de forma considerable.

3.3.2 Soluciones avanzadas

3.3.2.1 Paneles de vidrio

A la hora de dividir internamente un recinto destinado a albergar oficinas o despachos es habitual recurrir a la instalación de paneles acristalados, pues permiten que la luz penetre hasta el interior, creando un ambiente más espacioso y agradable para las personas que trabajan allí y las que tienen que acudir a realizar trámites o negocios.

Como quedó expuesto en el apartado 3.2.2.2, la empresa Saint-Gobain ha desarrollado una gama de paneles de vidrio para uso en fachadas. Esta empresa produce también otra gama de paneles para uso como particiones verticales interiores, con un tratamiento acústico ideal para su uso como mamparas divisorias de despachos o salas de reuniones.

Estos paneles, al igual que los utilizados en fachadas, tienen un tamaño máximo de 6 x 3,21 m pero en este caso no están compuestos de dos capas, sino que se trata de paneles de una sola capa de vidrio.

Tabla 17. Rendimiento acústico de paneles monocapa

Grosor (mm)	R_w (dB)	C	C_{tr}
6	35	0	-3
8	37	-1	-3
10	38	-1	-3
13	39	0	-2
15	40	-1	-3
17	41	0	-3
20	42	0	-2
26	45	-1	-3

En la Tabla 17 se resume el desempeño frente a ruido aéreo de estos paneles dependiendo de su grosor. Al igual que en los resultados de los paneles empleados en fachadas, se trata de resultados obtenidos con ensayos de laboratorio, luego habrá que tener en cuenta que el aislamiento medido in situ será inferior al reportado (si bien el CTE no exige un valor medido in situ cuando se trata de ruido generado en la misma unidad de uso, que es exactamente el uso para el que está diseñado).

Si nuestra intención es utilizar estos paneles como particiones interiores, la corrección debida al ruido generado por tráfico de vehículos será innecesaria.

3.4 Alternativas frente a la contaminación acústica

3.4.1 Barreras acrílicas

El tráfico de automóviles genera un ruido que puede ocasionar graves molestias cuando la vía atraviesa o discurre cerca de una población. Los residentes pueden ver perjudicado su descanso, tanto por el día como por la noche.

Jiradecha y Singhatiraj (2018) utilizaron el software SoundPlan para calcular el efecto que tendría la colocación de barreras acústicas a lo largo de la autovía número 9 de Tailandia. Los cálculos se realizaron con una barrera acrílica de 5 metros de altura (Figura 35). Como puede observarse, la barrera se instala sobre unos bloques de hormigón y utilizando unos marcos metálicos dispuestos cada 4 metros para sujetar los tableros acrílicos. Éstos se dividen en tres niveles, siendo el superior y el inferior de 1 metro de altura mientras que el nivel medio es de 2 metros. Cada nivel presenta distinta opacidad siendo éstas de 60%, 85% y 92%, aumentando a medida que descendemos en altura.

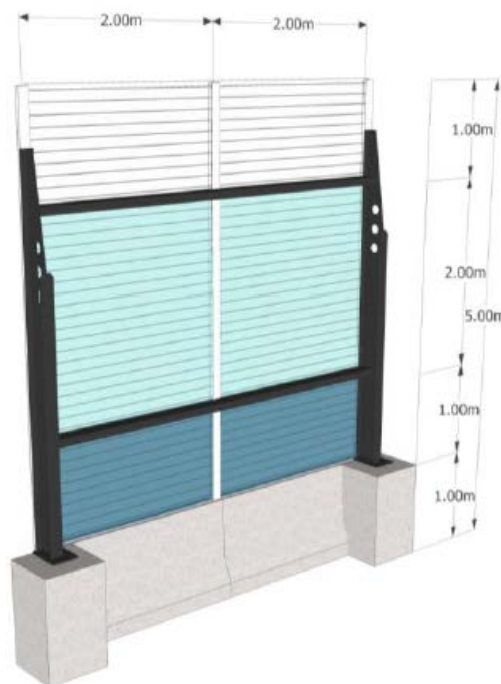


Figura 35. Barrera acrílica utilizada en los cálculos (Jiradecha y Singhatiraj 2018)

Los resultados obtenidos con el programa SoundPlan reflejan una reducción de ruido del orden de **10-11 dB**.

Los autores de este estudio decidieron usar este tipo de barreras en lugar de otras tipologías debido a sus propiedades físicas, precio, facilidad de instalación y facilidad de mantenimiento.

Tabla 18. Reducción de ruido aéreo asociada a las barreras de hormigón prefabricado

Altura de la barrera (m)	Reducción de ruido (dB)
6,50	40,16
8,50	43,18
10,50	44,17

Teniendo en cuenta que las mediciones del índice de ruido (L_{equ}) en la zona de estudio fueron de 86.3 dB y que todas las opciones conseguían una reducción aceptable, se consideró que la altura final de la barrera acústica sería de 6,50 m pues la diferencia económica con las otras opciones no se veía compensada con la diferencia de atenuación que se lograba.

3.4.3 Muros verdes

La Consejería de Obras Públicas de la junta de Andalucía financió un estudio para la instalación de una envolvente vegetal sobre los muros de hormigón que podemos encontrar en las autovías para reducir el ruido producido por el tráfico rodado.

El sistema para la creación del muro vegetal es casi idéntico al explicado en el apartado [3.2.2.1](#) (Azkorra et al. 2015), pues Miguel Urrestarazu, profesor de la Universidad de Almería, ha participado en ambos proyectos.

Añadiendo esta envolvente vegetal a los muros de hormigón consigue reducirse el ruido entre un 10% y un 50% más que si no hubiera cobertura vegetal. Además, como ya se expuso en [3.2.2.1](#), esta cubierta vegetal presentaría un índice global de reducción acústica (R_w) entre 15 y 18 dB.

Para la creación de la cobertura vegetal se utilizaron plantas autóctonas de la zona donde se va a instalar y, a diferencia de las fachadas, el sistema de riego está diseñado para recoger el agua de lluvia en lugar de utilizar un sistema de bombeo, [Figura 38](#).





Figura 38. Fotografías del muro prototipo con cubierta vegetal (Universidad de Almería)

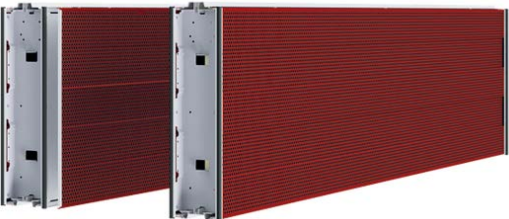
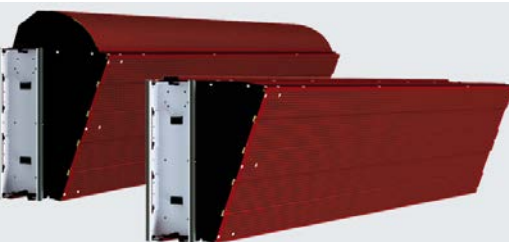
Esta solución, además de por su rendimiento acústico, destaca por su valor estético y por contribuir a la disminución de la huella de carbono. Su alto coste, debido a las labores de mantenimiento que requiere, hace que sea diseñado específicamente para puntos muy concretos.

3.4.4 Barreras de aluminio

La empresa austriaca “Forster” ofrece un catálogo de barreras acústicas de aluminio con recubrimiento de polvo de polyester para la instalación en carreteras. Se trata de paneles modulares de 0,5 m de altura y longitud variable (1.96 m, 2.46 m, 3.96 m y 4.96 m) que se instalan entre perfiles HE. Los paneles tienen dos utilidades diferenciadas:

- Aislamiento acústico unido a la absorción de energía sonora, [Tabla 19](#).
- Tratamiento de la problemática de la reflexión acústica, [Tabla 20](#).

Tabla 19. Elementos para la formación de una barrera altamente absorbente

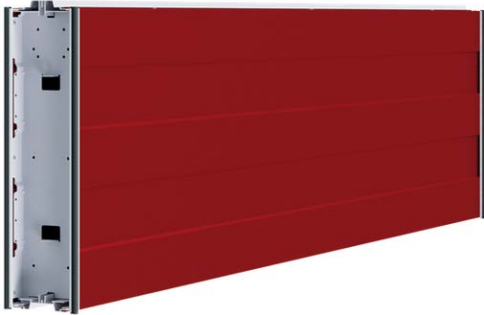

Barrera altamente absorbente	Descripción	DL _R (Aislamiento)	DL _α (Absorción)
	Elemento inferior o intermedio de la barrera	25 -31 dB	≥ 8 dB
	Elemento para instalación en el borde superior de la barrera. Geometría variable	25-26 dB	12 dB

Estudio de alternativas para hacer frente a problemas de contaminación acústica. Aplicación a varios casos prácticos en Los Corrales de Buelna

	Elemento para instalación en el borde superior con forma de arco	25 dB	≥ 8 dB
---	--	-------	-------------

Tanto el elemento en arco como el elemento con geometría variable se utilizan para cambiar la trayectoria de las ondas sonoras. Se instalan en la parte superior de la barrera para interrumpir el recorrido directo del sonido hacia los objetos cercanos a la barrera de protección acústica.

Tabla 20. Elementos de barrera reflectante

Barrera reflectante	Descripción	DL _R (Aislamiento)	DL _α (Absorción)
	Elemento opaco	25 dB	-
	Elemento de cristal acrílico	26-33 dB	-

Viendo los valores de ambos tipos de barreras, cabría preguntarse por qué elegir la barrera reflectante si ofrece un comportamiento parecido a la barrera absorbente, pero sin la reducción de ruido.

3.4.5 Resonadores frente a vibraciones de ferrocarril

Los resonadores son instrumentos capaces de recoger las ondas sonoras y modificar su trayectoria e intensidad. Con un adecuado estudio de las ondas sonoras, se pueden utilizar los resonadores para desviar y reducir el ruido en una infraestructura.

Se van a exponer dos modelos de resonadores (Kaewunruen y Martin, 2018) que pueden ser utilizados en la reducción de ruido producido por un ferrocarril, más concretamente en la reducción de las vibraciones transmitidas a través del terreno.

Resonador 1

Este tipo de resonadores han sido desarrollados por (Miniaci et al., 2016). El concepto de este método es usar meta-materiales con un patrón específico, [Figura 39](#), para crear una barrera que atenúe la vibración y la reduzca hasta un nivel aceptable en el que no produzca daños en las estructuras y edificios colindantes. Este resonador podrá ser instalado a lo largo de la vía férrea y así reducir las vibraciones producidas por el paso de los ferrocarriles.

El patrón de la meta-estructura es una matriz de hormigón, acero y goma, [Figura 40](#). Aunque este estudio se encuentra en fase experimental y no hay datos empíricos, los cálculos hacen pensar que con un diseño adecuado podría tratarse de una solución con muy buenos resultados.

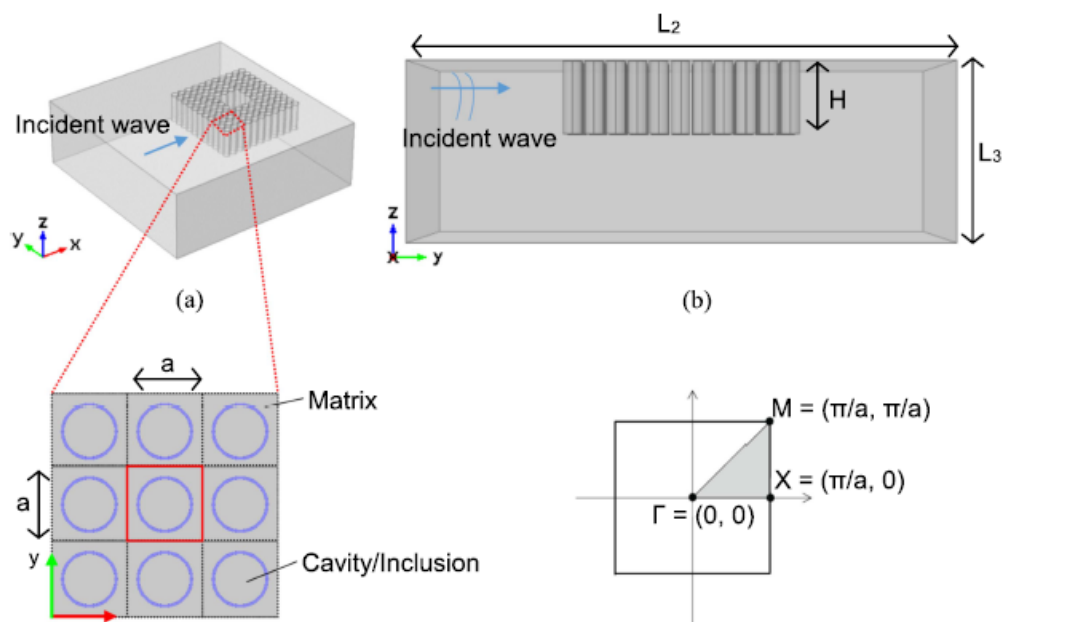


Figura 39. Disposición de la matriz de cilindros (Miniaci et al., 2016)

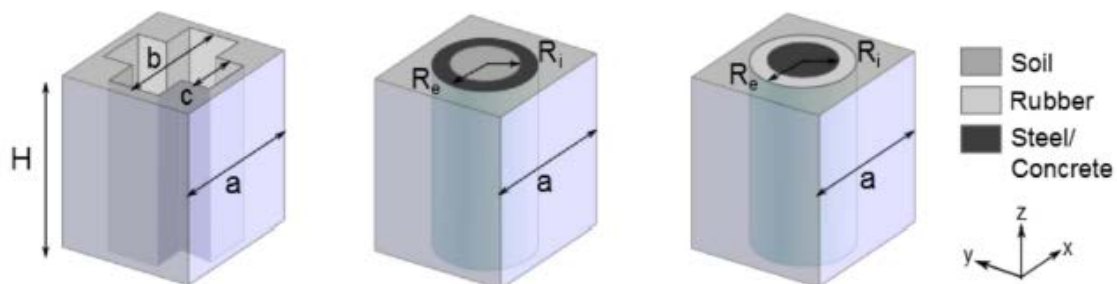


Figura 40. Cilindros de hormigón o goma rellenos de materiales sólidos (Miniaci et al., 2016)

La aplicación del método requiere de una superficie mínima de 10 m x 10 m. El área total donde se instalarían los resonadores necesitaría una anchura de 40 m a cada lado de la vía férrea. Por lo tanto, este método no es válido para áreas urbanas donde los edificios se encuentran muy próximos a la vía. Sin embargo, sería un método adecuado para zonas rurales.

El proyecto está pendiente de financiación para estudiar la reducción real de las vibraciones, pero la investigación realizada por Kaewunruen y Martin (2018) con ondas sísmicas hacen presagiar que los resultados serán fructíferos.

Resonador 2

Otro tipo de estructura ha sido desarrollada por Krodel et al. (2015). Con la misma idea de atenuar las vibraciones producidas por los trenes, han diseñado otra estructura de resonador. Ésta consiste en un cilindro hueco de hormigón que envuelve un cilindro de acero (Figura 41), sujeto en el interior del hormigón mediante una serie de muelles. De esta manera, cuando el tren produce la vibración, se convierte en una onda mecánica (sonido) interna mediante el resonador con la vibración del cilindro de acero dentro del hormigón.

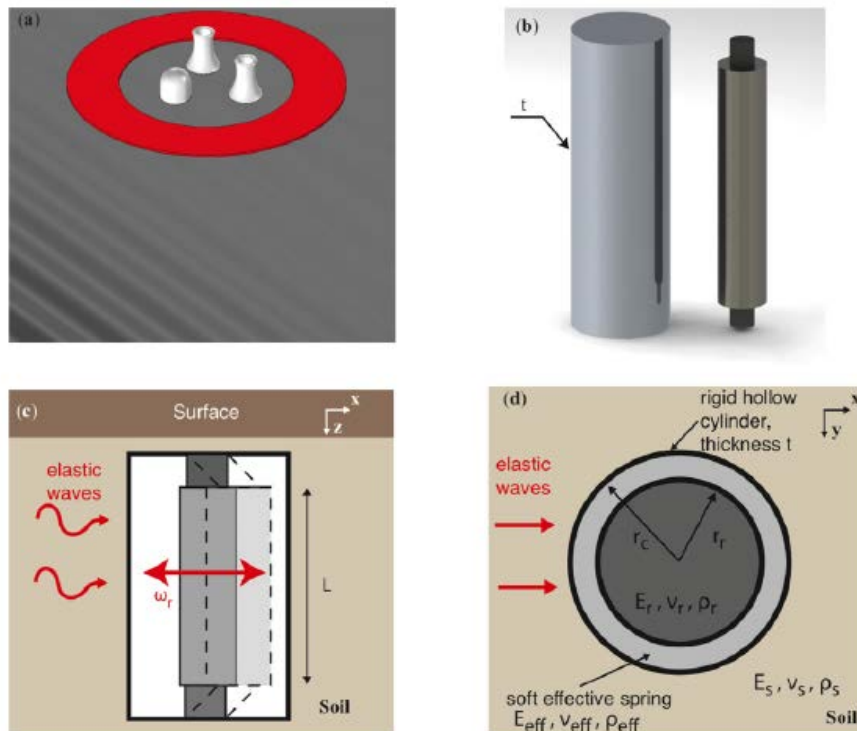


Figura 41. Detalle de la matriz de cilindros (Krodel et al., 2015)

Debido a su tamaño, este tipo de resonador puede construirse fácilmente como una columna enterrada con una adaptación para el equipamiento. Todavía no se ha construido un resonador para realizar un estudio in situ, pero las simulaciones numéricas muestran que puede disminuir la transmisión de vibraciones a través del terreno en más de **10 dB**, dependiendo de la dirección de la vibración y de la frecuencia.

A diferencia del resonador 1, éste solamente necesitaría 5 o 6 m a cada lado de la vía férrea, lo que hace que sea más adecuado para entornos urbanos.

3.4.6 Zanja rellena de Geofoam

Para atenuar la transmisión de vibraciones producidas por la interacción tren-raíl, hay un método reciente que consiste en la excavación de zanjas en los laterales de la vías siguiendo la trayectoria de las mismas. Las zanjas suponen un obstáculo para las ondas sonoras, creando una zona de “sombra” detrás de ellas donde la vibración se elimina (Kaewunruen y Martin, 2018).

Varios estudios se han centrado en determinar diferentes tipos de zanjas para determinar cuál es la mejor opción (Tuler, M.V.; Kaewunruen, S., 2017, Murillo, C.; Thorel, L.; Caicedo, B., 2009; Keller, L.W.; Morgan, J.M., 2016). La mayoría de los datos recogidos sugieren que las zanjas huecas, sin nada en su interior, sería la mejor forma de eliminar la transmisión de vibraciones. Sin embargo, este tipo de zanja es difícil de mantener estable y segura, necesita ser estabilizada acondicionando el suelo de su entorno o construyendo estructuras de cimentación.

Para solucionar este problema se han estudiado diferentes tipos de rellenos, como el Geofoam, [Figura 42](#). Se trata de un material geosintético que se introduce en las zanjas en forma de bloques de poliestireno expandido (EPS) de alta densidad y alta resistencia a compresión. Estos bloques suelen ser utilizados como relleno estructural para estabilización de suelos en puentes, terraplenes, carreteras, muros de contención, gradas y un amplio abanico de aplicaciones.



Figura 42. Estabilización de tierras con bloques de geofoam (waterworld.com)

A diferencia de los resonadores, estas zanjas no necesitan una gran superficie para su instalación, por lo que son válidas tanto para suelo rural como para urbano.

Estas zanjas pueden alcanzar una reducción de ruido de hasta **12 dB** en función del terreno en el que se instalen.

3.4.7 Resonadores bajo asfalto poroso

En el artículo publicado por Maennel et al. (2013) se estudia la reducción del ruido producida por la interacción neumático-asfalto en asfaltos porosos. Para ello se hacen mediciones de ruido en tramos de carretera donde se han instalado resonadores entre la capa base y la capa de rodadura.

Estudio de alternativas para hacer frente a problemas de contaminación acústica. Aplicación a varios casos prácticos en Los Corrales de Buelna

Para la puesta en práctica de resonadores enterrados bajo asfalto poroso es necesario afrontar, además de problemas acústicos, necesidades constructivas. Los resonadores deben ser capaces de soportar las solicitaciones mecánicas, térmicas y químicas exigidas por la carretera. Por estos motivos, el material con el que se fabricarán los resonadores es el hormigón con polímeros.

Los resonadores (Figura 43) se construyen con forma de ladrillos planos de hormigón con polímeros, con las aberturas en la parte inferior para evitar que el agua las inunde e impida que desarrollen su función acústica.

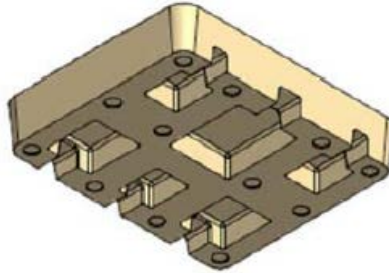


Figura 43. Vista inferior del resonador (Maennel et al., 2013)

La instalación consiste en pegar filas de resonadores entre la capa base y la capa de rodadura a base de aglomerado asfáltico poroso. Se colocan espaciados entre sí para permitir que el asfalto se una con la capa base, quedando conectados con el aire exterior a través del asfalto poroso, Figura 44.



Figura 44. Colocación de los resonadores (Maennel et al, 2013)

Las mediciones de ruido realizadas en los arcenes de la carretera en tramos con resonadores y sin resonadores, reflejan una pérdida de ruido de **3 dB**. Es un valor que puede parecer escaso, pero con esta medida puede reducirse el ruido que posteriormente deben atenuar otras alternativas como las pantallas acústicas.

4 PROPUESTA DE METODOLOGÍA MULTICRITERIO

En el ámbito de la construcción la toma de decisiones adecuadas puede suponer la diferencia entre el éxito y el fracaso. Cuando las decisiones dependen de una multitud de aspectos, es difícil escoger la opción más idónea con una simple revisión de las alternativas disponibles. Es en este momento cuando entra en juego la utilización de métodos multicriterio.

Con la lectura del artículo “A review of application of multi-criteria decision making methods in construction” (Jato et al. 2014), se consigue una visión general de la utilización de los métodos multicriterio en la construcción. Se presentan 22 métodos diferentes aplicados en la toma de decisiones de procesos constructivos.

4.1 Elección y descripción del método Electre

Dentro del amplio espectro de métodos multicriterio utilizados en la construcción, se han seleccionado para su posible utilización los métodos AHP, TOPSIS Y ELECTRE. Se estudiaron estos tres métodos por ser más frecuente su utilización y debido a la existencia de diversos Trabajos de Fin de Grado en los que se empleaba alguno o una combinación de dos de ellos.

Tras su revisión, se ha escogido el método ELECTRE (Elimination et Choix Traduisant la Réalité) para la implementación en este estudio de alternativas. Se ha optado por este método, principalmente, por ser el más utilizado y conocido del amplio espectro de métodos que podemos encontrar. Además, su facilidad de cálculo en comparación con otros métodos, permite exponer con mayor claridad la alternativa escogida. Entre sus principales aplicaciones encontradas en la literatura científica pueden referirse: la valoración de varios sistemas de toma de decisiones en Finlandia (Hokkanen y Salminen), la bondad de la implementación de diferentes tipos de buenas prácticas ambientales para la gestión de la escorrentía (BMPs) (Martin), el problema de selección del contratista (Marzouk), y la localización óptima de una instalación de residuos de construcción y demolición (RCDs) (Banias).

Básicamente, el método ELECTRE consiste en lo siguiente:

1. Definición de los criterios utilizados para discernir entre varias alternativas. En este caso, habrá que definir criterios que sean determinantes a la hora de priorizar entre las diferentes soluciones constructivas para resolver la problemática de ruido concreta.
2. Asignación de pesos a cada criterio. Con ello trata de priorizarse (ordenar) los criterios, dando el valor más alto al más importante. Estos pesos deben ser valores enteros entre 1 y 5 o entre 1 y 10. Cada caso práctico estudiado necesitará su propia asignación de pesos, pues no todos los criterios tendrán la misma importancia para diferentes problemáticas.
3. Valoración de cada alternativa, A_i , de acuerdo a cada criterio. Se trata de calificar cada alternativa según cada criterio. Dichas calificaciones se incluyen junto a los pesos en la matriz de pesos y calificaciones. Las calificaciones deben ser valores enteros entre 1 y 5 o entre 1 y 10. Para cuantificar estas calificaciones hay que comparar las alternativas y otorgar la más alta a la más ventajosa.
4. Cálculo y priorización de alternativas:

- *Matriz de concordancia entre A_i*

De la interpretación de la siguiente fórmula matemática se deduce que para confeccionar la matriz de concordancia se comparan las calificaciones entre pares de alternativas. Si la calificación de una alternativa es mayor o igual que la de la alternativa con la que se compara, el peso del criterio correspondiente se multiplica por 1; si es menor se multiplica por 0. Así sucesivamente con cada criterio y después se suman todos los valores para obtener un elemento de la matriz.

$$C_{A_i/A_j} = \sum_{j=1}^{n_C} W_j g(A_i, A_j)$$

$$g(A_i, A_j) = 1 \text{ si } C_{A_{ik}} \geq C_{A_{jk}} \\ = 0 \text{ si } C_{A_{ik}} < C_{A_{jk}}$$

$$p = \frac{\sum_{i=1}^{n_A} \sum_{j=1}^{n_A} C_{A_i/A_j}}{n_A^2 - n_A}$$

- *Matriz de discordancia entre A_i*

De forma análoga a la matriz anterior, de la interpretación de la siguiente fórmula matemática se deduce que para formar la matriz de discordancia se debe restar a la calificación de una alternativa la calificación de la alternativa con la que se compara. Se hace esto para cada criterio y se selecciona el máximo. Este máximo ha de ser positivo; en caso de que sea negativo se tomará el valor cero.

$$D_{A_i/A_j} = \max(C_{A_{ik}} - C_{A_{jk}}) \forall k = 1 \dots n_C$$

$$q = \frac{\sum_{i=1}^{n_A} \sum_{j=1}^{n_A} D_{A_i/A_j}}{n_A^2 - n_A}$$

- Una vez construidas las matrices de concordancia y discordancia, se estudiarán las *dominancias probables*. Estas dominancias se dividirán en dos grupos: “dominancia real hacia” y “dominancia real desde”. Esto indica la probabilidad de que una alternativa domine a otra o de que sea dominada por otra.

- Si $C_{A_i/A_j} \geq P$, es probable que A_i domine a A_j
- Si $C_{A_i/A_j} < P$, es probable que A_i sea dominada por A_j

Tras identificar las dominancias probables, se comprueba si cumplen las condiciones para establecer una dominancia real.

De forma análoga, existirán dos tipos de dominancias reales: “dominancia real hacia” y “dominancia real desde”.

- Si $D_{A_i/A_j} \leq Q$, entonces A_i realmente domina a A_j
- Si $D_{A_i/A_j} > Q$, entonces A_i es realmente dominada por A_j

Encontradas todas las dominancias reales se podrá establecer un orden de aplicación de las alternativas seleccionadas.

4.2 Justificación de los criterios elegidos

Teniendo en cuenta el funcionamiento del método ELECTRE y los casos prácticos a los que quiere aplicarse esta metodología ([Apartado 5: APLICACIONES PRÁCTICAS DE LA METODOLOGÍA MULTICRITERIO](#)), tras una reunión con los directores de este TFG, se ha decidido utilizar 5 criterios para cada caso práctico a estudiar. Estos criterios no serán los mismos en todos los casos, ajustándose a las características específicas de cada problemática acústica susceptible de estudio.

De este modo, en cada aplicación práctica se definirán 5 criterios y se asignarán los pesos correspondientes para ese caso concreto, lo que no implica que en otra aplicación práctica se mantenga la misma asignación de pesos.

Una vez expuesta la lista de criterios a tener en cuenta para escoger la alternativa adecuada para cada caso, se han dividido en categorías atendiendo a las características de las soluciones susceptibles de aplicarse ([Tabla 21](#)).

De esta manera, hay un grupo de 3 criterios comunes a todos los casos prácticos: **Aislamiento a ruido aéreo, masa y durabilidad/mantenimiento**.

Para las alternativas pertenecientes al campo de la edificación, se ha definido como cuarto criterio la **sostenibilidad económica** mientras que para las soluciones del campo de las infraestructuras se ha definido la **sostenibilidad social y ambiental**.

Por último, los criterios específicos de cada tipología de alternativa serán el **aislamiento térmico** para fachadas, **aislamiento frente a ruido de impacto** en forjados, **resistencia mecánica** para particiones verticales, **seguridad vial** en carreteras y **aislamiento de vibraciones** en vías férreas.

En un principio se consideró la sostenibilidad como un criterio universal, pero al tener en cuenta las 3 ramas de la misma, se decidió incorporar la durabilidad como criterio universal y separar las distintas vertientes de la sostenibilidad (ambiental, económica y social) para adecuar su relevancia a los distintos campos a tratar.

Por último, hubo que escoger los criterios específicos de cada tipología de alternativa. Si bien para las fachadas, los forjados y las particiones verticales los criterios fueron seleccionados con el consenso del autor del proyecto y los directores del mismo, en los demás casos la adopción de un determinado criterio específico no fue tan fácil. Se consideró la estética como criterio específico, pero la gran subjetividad asociada a su estimación hizo optar por descartar la estética como tal, proponiendo los criterios arriba expuestos.

A modo de representación clara y sencilla de la clasificación de los criterios escogidos se presenta la [Tabla 21](#).

Tabla 21. Clasificación de los criterios escogidos

CRITERIO	Nº	DEFINICIÓN	
Universal	1	Aislamiento frente a ruido aéreo	
	2	Masa por unidad de superficie	
	3	Durabilidad/Mantenimiento	
Específico de sostenibilidad (Edificación / Infraestructura)	4	Edificación	Infraestructura
		Sostenibilidad Económica	Sosten. Social y Ambiental
Particular (Tipología constructiva / Tipo de infraestructura)	5	Fachadas	Carreteras
		Aislamiento térmico	Seguridad vial
		Forjados	
		Aislam. a ruido de impacto	Ferrocarril
		Particiones	Aislamiento frente a vibraciones
		Resistencia/Rigidez mecánica	

4.3 Definición de criterios para la toma de decisión

A continuación, se definen los criterios seleccionados para la aplicación de la metodología multicriterio a los casos prácticos:

- **Aislamiento frente a ruido aéreo (dB):** capacidad de la alternativa estudiada para aislar frente a ruido aéreo. Se tendrán en cuenta diferentes parámetros dependiendo de la tipología de la solución y de los datos de los que se disponga, pudiendo ser resultados de laboratorio, ensayos medidos in situ o estimaciones obtenidas mediante cálculos informáticos.
- **Masa por unidad de superficie de la solución estudiada (kg/m²).** Se asignará mayor peso en la metodología a aquellas soluciones cuya masa sea menor, pues si bien una mayor masa suele asociarse a un mejor aislamiento acústico, la optimización de la alternativa pasa por conseguir un mejor aislamiento con una masa menor.
- **Durabilidad/mantenimiento:** vida útil y mantenimiento necesario para el correcto funcionamiento de la solución adoptada. El peso de este criterio será proporcional a la vida útil de la alternativa, siendo un factor negativo el coste de su mantenimiento. Al hablar de coste no influye solamente el coste económico sino también la facilidad de llevar a cabo ese mantenimiento.
- **Sostenibilidad Económica:** coste de producción e instalación de la alternativa. La alternativa debe ser sostenible económicamente para la persona o empresa que vaya a ponerla en práctica. Por este motivo, serán mejor valoradas las alternativas que supongan una menor inversión económica.
- **Sostenibilidad Social y Ambiental.** Para valorar este criterio hay que tener en cuenta varios factores: la vertiente social (valor estético, funcionalidad e identificación / entendimiento de la solución adoptada) y la ambiental (minimización de emisiones durante su construcción, reciclabilidad de materiales y los residuos que puedan generarse con la aplicación de la alternativa).

- **Aislamiento térmico:** capacidad de la solución estudiada para reducir la transmitancia térmica (U) de la envolvente en que se aplica. Se trata de un criterio asignado específicamente a fachadas debido a la importancia de éstas en la eficiencia energética de la vivienda. Para la asignación de pesos a las alternativas se tendrá en cuenta la transmitancia térmica, siendo mejor valorada aquella alternativa con menor transmitancia.
- **Aislamiento frente a ruido de impacto (dB):** capacidad de la solución de reducir la transmisión del ruido de impacto. Siempre que se disponga de datos se compararán mediciones in situ. Si no se dispusiera de ellos, se valorarán datos de laboratorio o estimaciones informáticas. A diferencia del ruido aéreo, el aislamiento frente a ruido de impacto mide el ruido que se transmite a través del material y no el aislamiento (reducción) de ruido, por este motivo, valores más bajos de transmisión estarán asociados a una mejor valoración en la metodología.
- **Resistencia / Rigidez mecánica:** capacidad de resistir esfuerzos aplicados sobre la solución sin romperse / deformarse. Se ha definido este criterio específico para particiones verticales pues es importante que la partición sea capaz de soportar esfuerzos tales como los que produce el anclaje de estanterías o cuadros, ect. De esta manera serán mejor valoradas aquellas alternativas con mayor resistencia / rigidez mecánica.
- **Seguridad vial:** influencia de la alternativa estudiada en el buen funcionamiento de la circulación y en los daños que pudieran producirse en vehículos y pasajeros por la colisión con la solución constructiva adoptada. Se buscará que dicha solución no empeore las condiciones de seguridad y no represente un riesgo mayor del ya existente en la calzada.
- **Aislamiento frente a vibraciones:** capacidad de la solución estudiada de reducir las vibraciones producidas por la interacción rueda-carril en ferrocarriles. Estas vibraciones se transmiten por el terreno adyacente desde la vía férrea y se valorará con mayor puntuación aquellas alternativas que sean capaces de reducirlas en mayor medida.

5 APLICACIONES PRÁCTICAS DE LA METODOLOGÍA MULTICRITERIO

En este apartado se presentan 4 casos prácticos en la localidad de Los Corrales de Buelna, Cantabria, para los que se aplica la metodología multicriterio seleccionada con el objetivo de establecer para cada uno de ellos una priorización de alternativas que responda a la problemática acústica que les atañe.

5.1 Animales

Los animales de compañía pueden ocasionar ruidos molestos, siendo uno de los motivos por los que se producen quejas entre vecinos. En este caso concreto se expone la problemática de un número elevado de perros ladrando junto a la fachada de una vivienda unifamiliar.

El recinto donde los perros suelen estar sueltos (recuadro rojo [Figura 46](#)) es propiedad de la vivienda unifamiliar 1 ([Figura 45](#) y [Figura 46](#)). Se trata de un patio de unos 60 m² delimitado por la fachada de la vivienda 1, dos muros de piedra de 5 metros de altura y una valla metálica separada 2m de la vivienda 2. En uno de los laterales se encuentra adosado un bloque de pisos, elevando la altura de la pared que delimita el recinto hasta los 7 m de altura. Además, el recinto tiene una salida a un patio situado entre la vivienda 2 y la vivienda 3. Estas condiciones favorecen a que los ladridos de los perros, debido a la reverberación, sean aún más molestos.



Figura 45 Disposición de las viviendas 1 y 2(Google Maps)



Figura 46. Localización del recinto donde se encuentran los perros

Según un informe de la empresa “acoustic directions”, en el que se estudia el ruido producido por un perro para determinar las molestias ocasionadas por la instalación de una perrera para 12 animales, el ruido emitido por un perro medido a distancia de 1 m es de 101 dBA (Leembruggen, 2016), notándose una pérdida de 40 dB cuando la medición se hace a 100 m del perro. Estas mediciones se hicieron en espacio abierto y teniendo en cuenta una reflexión del suelo de 3 dB. En el caso concreto que nos ocupa, hay que tener en cuenta que la situación del recinto hará que las ondas sonoras se reflejen en muros y fachadas.

Además, en el recinto es habitual que se encuentre más de un perro ladrando al mismo tiempo, aumentándose así el índice de ruido.

Tabla 22. Nivel de presión sonora en función del número de perros

	Nº de perros	Lx (dB)
$Lx = 10 \log \left(\sum_{i=1}^n 10^{\frac{Li}{10}} \right)$ <p>Li = 101 dB Lx: nivel de presión sonora total Li: nivel de presión sonora de cada fuente sonora</p>	3	105,77
	4	107,00
	5	108,00
	6	108,78
	7	109,45
	8	110,00
	9	110,54
	10	111,00
	11	111,41
	12	111,79

En la vivienda 1 han llegado a juntarse 15 perros al mismo tiempo. Se puede considerar que no todos ladran a la vez, aunque hay momentos puntuales en los que sí.

5.1.1 Asignación de pesos a los criterios correspondientes

Atendiendo a la clasificación de criterios anteriormente descrita (Tabla 21), estos son los criterios correspondientes a esta aplicación práctica y los pesos asignados a cada uno de ellos (Tabla 23):

Estudio de alternativas para hacer frente a problemas de contaminación acústica. Aplicación a varios casos prácticos en Los Corrales de Buelna

Tabla 23. Pesos caso problemática con animales

Criterio	Peso
Aislamiento frente a ruido aéreo	5
Masa	1
Durabilidad/Mantenimiento	3
Sostenibilidad económica	3
Aislamiento térmico	4

- Dado que el objetivo de este estudio se centra en la problemática del ruido, se ha decidido asignar el mayor peso posible al aislamiento frente a ruido aéreo.
- La importancia de una baja masa en relación con la capacidad aislante es relevante, pero a la hora de decidir entre diferentes alternativas es el criterio con menos peso.
- Al tratarse de una fachada, el aislamiento térmico tomará una importancia inmediatamente inferior al aislamiento acústico.
- Finalmente, la sostenibilidad económica y la durabilidad/mantenimiento se han considerado igualmente importantes, con un peso de 3. A pesar de ser criterios decisivos, se considera que no pueden superar en peso a los criterios de aislamiento.

5.1.2 Valoración de alternativas

- A1. Fachadas vegetales (3.2.2.1)
- A2. Ventanas de vidrio doble similares a los utilizados en muros cortina de vidrio (3.2.2.2)
- A3. Trasdosado con placa doble de yeso

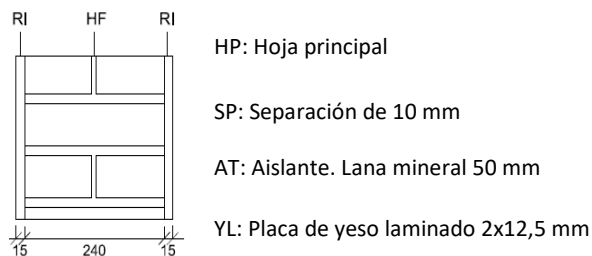


Tabla 24. Calificación de alternativas caso problemática con animales

Criterio	Peso	A1	A2	A3
Aislamiento frente a ruido aéreo	5	3	5	3
Masa	1	2	3	4
Durabilidad/Mantenimiento	3	3	5	4
Sostenibilidad económica	3	2	3	3
Aislamiento térmico	4	3	3	4

- Para calificar el aislamiento acústico se han comparado los índices globales de reducción acústica (R_w) de las distintas alternativas.
- El aislamiento térmico se ha valorado en función de la transmitancia térmica (U), obtenida del catálogo del fabricante en el caso de los muros cortina, del catálogo del CTE para el trasdosado y haciendo una estimación en cuanto a la fachada vegetal.

Estudio de alternativas para hacer frente a problemas de contaminación acústica. Aplicación a varios casos prácticos en Los Corrales de Buelna

- Como se definió en el apartado 4.3, se ha valorado con mayor peso a la solución con menor masa.
- La sostenibilidad económica se ha calificado atendiendo a precios de mercado y a la información expuesta en el apartado 3.2.2.1, en el que se explica el alto coste de la colocación de las plantas debido a la elección de especies idóneas para la zona geográfica concreta.
- De la misma manera, el mantenimiento de la fachada vegetal es constante y de coste superior al de la ventana o el trasdosado, que apenas necesitan mantenimiento.

5.1.3 Cálculo de matrices de concordancia y discordancia

Se procede al cálculo de las matrices siguiendo lo descrito en el apartado 4.

$$C_{A_i/A_j} = \sum_{j=1}^{n_c} W_j g(A_i, A_j)$$

$$g(A_i, A_j) = 1 \text{ si } C_{Aik} \geq C_{Ajk}$$

$$= 0 \text{ si } C_{Aik} < C_{Ajk}$$

Siendo A_i la alternativa correspondiente a la fila de la celda, A_j la alternativa correspondiente a la columna de la celda y C_{A_i/A_j} el valor de la celda de la matriz de concordancia.

Observando la [Tabla 24](#), sumaremos los pesos de los criterios en los que la alternativa A_i tenga una calificación mayor o igual que la alternativa A_j .

Ejemplo:

$$C_{A2/A3} = 5+3+3 = 11.$$

Tabla 25. Matriz de concordancia caso problemática con animales

	A1	A2	A3
A1	--	4	5
A2	16	--	11
A3	16	8	--

Las celdas verdes representan la probabilidad de que la alternativa correspondiente a esa fila domine a la alternativa de esa columna.

$$p = \frac{\sum_{i=1}^{n_A} \sum_{j=1}^{n_A} C_{A_i/A_j}}{n_A^2 - n_A}$$

$$P = 60/6 = 10$$

La parte superior del cociente con el que se obtiene P es el sumatorio de todas las celdas de la matriz de concordancia.

Estudio de alternativas para hacer frente a problemas de contaminación acústica. Aplicación a varios casos prácticos en Los Corrales de Buelna

La parte inferior de dicho cociente se obtiene sustituyendo n_A por el número de alternativas, que en este caso son 3.

Tabla 26. Matriz de discordancia caso problemática con animales

	A1	A2	A3
A1	--	0	0
A2	2	--	2
A3	2	1	--

$$D_{Ai/Aj} = \max(C_{Aik} - C_{Ajk}) \quad \forall k = 1 \dots n_C$$

$D_{Ai/Aj}$ será la diferencia máxima entre las calificaciones de las alternativas A_i y A_j , no pudiendo ser negativo y colocando un 0 en caso de serlo.

Si se observa la [Tabla 24](#) puede calcularse $D_{Ai/Aj}$ con facilidad. Por ejemplo, $D_{A1/A2} = 0$ pues la alternativa 1 no tiene mayor calificación en ninguno de los criterios.

De esta manera, $D_{A2/A1}$ será 2, puesto que esa es la máxima diferencia entre las valoraciones de dichas alternativas.

$$q = \frac{\sum_{i=1}^{n_A} \sum_{j=1}^{n_A} D_{Ai/Aj}}{n_A^2 - n_A}$$

$$Q = 7/6 = 1,16$$

Para la obtención del parámetro Q se sumarán todas las celdas de la matriz de discordancia y se dividirá el resultado por la misma expresión que se utilizaba con el parámetro P ($n_A^2 - n_A$).

5.1.4 Análisis de dominancias

Tabla 27. Dominancias hacia caso problemática con animales

Dominancia probable hacia	Dominancia real hacia
Si $C_{Ai/Aj} \geq P$, es probable que A_i domine a A_j	Si $D_{Ai/Aj} \leq Q$, entonces A_i realmente domina a A_j
16 > 10 => A2 probablemente domine a A1 16 > 10 => A3 probablemente domine a A1	No existe dominancia real

Solamente si existe dominancia probable se comprueba la dominancia real que certifica el dominio o superioridad de una alternativa sobre otra.

Tabla 28. Dominancias desde caso problemática con animales

Dominancia probable desde	Dominancia real desde
Si $C_{Ai/Aj} < P$, es probable que A_i sea dominada por A_j	Si $D_{Ai/Aj} > Q$, entonces A_i es realmente dominada por A_j
$4 < 10 \Rightarrow A_1$ probablemente sea dominada por A_2 $5 < 10 \Rightarrow A_1$ probablemente sea dominada por A_3 $7 < 10 \Rightarrow A_2$ probablemente sea dominada por A_3 $8 < 10 \Rightarrow A_3$ probablemente sea dominada por A_2	No existe dominancia real

5.1.5 Resultados y discusión

Resumiendo las dominancias se tiene que:

- No se puede asegurar ninguna dominancia real

Atendiendo a las posibles dominancias es muy probable que A_1 sea dominada por las demás, aunque no exista esa dominancia real. Además, A_2 y A_3 podrían dominarse la una a la otra, obteniéndose un empate entre ambas. Con estos resultados, se establecería el siguiente orden de preferencia:

1º Trasdosoado con placa doble de yeso (A_3) / Ventanas de vidrio doble utilizado en muros cortina (A_2)

2º Fachadas vegetales (A_1)

Al tratarse de una vivienda ya construida, se han seleccionado alternativas que se pudieran aplicar respetando la fachada existente. Sin embargo, el elevado nivel de presión de ruido (más de 100 dB) que generan los animales provoca que la aplicación de estas medidas no consiga atenuar el ruido transmitido al interior de la vivienda hasta un nivel suficiente para el descanso

El muro vegetal proporciona una mejora de aislamiento de unos 18 dB, el trasdosado incrementa 15 dB el aislamiento de la fachada y la ventana de vidrio doble con un índice global de reducción acústica máximo (R_w) de 42 dB supondría una mejora como mucho de 10 dB si la ventana existente fuese una ventana simple con un cristal monocapa.

Si se dispusiera de medios económicos suficientes, se podrían aplicar las 3 soluciones conjuntamente. Este estudio pretende establecer una priorización, un orden de aplicación de las soluciones seleccionadas.

5.2 Aislamiento frente a ruido de impacto

En este caso práctico se buscarán soluciones de aislamiento frente a ruido de impacto para dos recintos superpuestos.

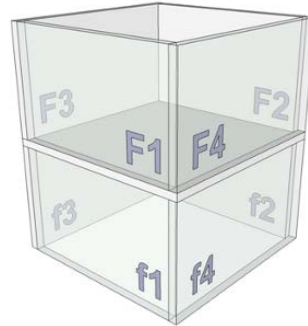


Figura 47. Disposición de los recintos

5.2.1 Asignación de pesos a los criterios correspondientes

Atendiendo a la clasificación de criterios anteriormente descrita (Tabla 21), estos son los criterios correspondientes a esta aplicación práctica y los pesos asignados a cada uno de ellos (Tabla 29):

Tabla 29. Pesos caso aislamiento ruido de impacto

Criterio	Peso
Aislamiento frente a ruido aéreo	4
Masa	2
Durabilidad/Mantenimiento	1
Sostenibilidad económica	3
Aislamiento frente a ruido de impacto	5

- Al ser el ruido de impacto el principal problema a solucionar en este caso, se ha ponderado el aislamiento frente a ruido de impacto con el mayor peso posible.
- Como el objeto fundamental de este trabajo se centra en la reducción del ruido, el aislamiento frente a ruido aéreo se considera casi tan importante como el referido a ruido de impacto y se le asigna un peso de 4.
- La diferencia entre la durabilidad/mantenimiento de las tipologías de forjados estudiados no va a ser significativa y por eso se le asigna un peso mínimo de 1.
- En cuanto a los dos criterios restantes (masa y durabilidad económica), serían los más importantes en cuanto a viabilidad constructiva pero al dar prioridad al aislamiento por ser el objetivo fundamental, se les asigna los pesos inmediatamente inferiores.

5.2.2 Valoración de alternativas

- A1. Sistema de placas huecas (3.1.2.2)
- A2. Forjado de placa maciza (3.1.1)
- A3. Forjado reforzado de madera (3.1.2.1)
- A4. Forjado de losas alveolares (3.1.1)

Estudio de alternativas para hacer frente a problemas de contaminación acústica. Aplicación a varios casos prácticos en Los Corrales de Buelna

Tabla 30. Calificación de alternativas caso aislamiento ruido de impacto

Criterio	Peso	A1	A2	A3	A4
Aislamiento frente a ruido aéreo	4	4	4	3	3
Masa	2	4	1	4	3
Durabilidad/Mantenimiento	1	3	4	4	4
Sostenibilidad económica	3	4	3	4	3
Aislamiento frente a ruido de impacto	5	3	5	3	3

- La calificación de los criterios de aislamiento acústico se ha realizado atendiendo a los resultados expresados en los apartados 3.1.1 y 3.1.2.1.
- Igualmente, la masa es un dato referido en dichos apartados, obteniendo mayor peso la solución más ligera.
- Para cuantificar el coste económico de las soluciones se ha consultado la web <http://www.generadordeprecios.info/> de CYPE ingenieros S.A.
- El mantenimiento de los forjados de hormigón será mínimo mientras que el del forjado mixto, al estar compuesto por madera será algo superior. Teniendo en cuenta eso y que la diferencia en durabilidad no es muy grande, se han calificado las distintas alternativas.

5.2.3 Cálculo de matrices de concordancia y discordancia

Se procede al cálculo de las matrices siguiendo lo descrito en el apartado 4.

Tabla 31. Matriz de concordancia caso aislamiento ruido de impacto

	A1	A2	A3	A4
A1	--	9	14	14
A2	10	--	10	13
A3	11	6	--	15
A4	10	6	10	--

Las celdas verdes representan la probabilidad de que la alternativa correspondiente a esa fila domine a la alternativa de esa columna.

$$P = 125/12 = 10,42$$

Tabla 32. Matriz de discordancia caso aislamiento ruido de impacto

	A1	A2	A3	A4
A1	--	3	1	1
A2	2	--	2	2
A3	1	3	--	1
A4	1	2	0	--

Las celdas rojas representan la dominancia real de la alternativa de su columna sobre la alternativa de su fila

$$Q = 19/12 = 1,58$$

5.2.4 Análisis de dominancias

Tabla 33. Dominancia hacia caso aislamiento ruido de impacto

Dominancia probable hacia	Dominancia real hacia
Si $C_{Ai/Aj} \geq P$, es probable que A_i domine a A_j	Si $D_{Ai/Aj} \leq Q$, entonces A_i realmente domina a A_j
$14 > 10,42 \Rightarrow A1$ probablemente domine a $A3$ $14 > 10,42 \Rightarrow A1$ probablemente domine a $A4$ $13 > 10,42 \Rightarrow A2$ probablemente domine a $A4$ $11 > 10,42 \Rightarrow A3$ probablemente domine a $A1$ $15 > 10,42 \Rightarrow A3$ probablemente domine a $A4$	$1 < 1,58 \Rightarrow A1$ realmente domina a $A3$ $1 < 1,58 \Rightarrow A1$ realmente domina a $A4$ $1 < 1,58 \Rightarrow A3$ realmente domina a $A1$ $1 < 1,58 \Rightarrow A3$ realmente domina a $A4$

Tabla 34. Dominancia desde caso aislamiento ruido de impacto

Dominancia probable desde	Dominancia real desde
Si $C_{Ai/Aj} < P$, es probable que A_i sea dominada por A_j	Si $D_{Ai/Aj} > Q$, entonces A_i es realmente dominada por A_j
$9 < 10,42 \Rightarrow A1$ prob. sea dominada por $A2$ $10 < 10,42 \Rightarrow A2$ prob. sea dominada por $A1$ $10 < 10,42 \Rightarrow A2$ prob. sea dominada por $A3$ $6 < 10,42 \Rightarrow A3$ prob. sea dominada por $A2$ $10 < 10,42 \Rightarrow A4$ prob. sea dominada por $A1$ $6 < 10,42 \Rightarrow A4$ prob. sea dominada por $A2$ $10 < 10,42 \Rightarrow A4$ prob. sea dominada por $A3$	$3 > 1,58 \Rightarrow A1$ es realmente dominada por $A2$ $2 > 1,58 \Rightarrow A2$ es realmente dominada por $A1$ $2 > 1,58 \Rightarrow A2$ es realmente dominada por $A3$ $3 > 1,58 \Rightarrow A3$ es realmente dominada por $A2$ $2 > 1,58 \Rightarrow A4$ es realmente dominada por $A2$

5.2.5 Resultados y discusión

Resumiendo las dominancias se tiene que:

- $A1$ domina $A2$, $A3$, $A4$
- $A2$ domina $A1$, $A3$, $A4$
- $A3$ domina $A1$, $A2$, $A4$

Analizando las dominancias se observa un triple empate entre las alternativas $A1$, $A2$ y $A3$. La alternativa $A4$ es la última en el orden de elección.

1º Sistema de placas huecas ($A1$) / Forjado de placa maciza ($A2$) / Forjado reforzado de madera ($A3$)

4º Forjado de losas alveolares ($A4$)

5.3 Ferrocarril

El ferrocarril a su paso por la población de Los Corrales de Buelna genera molestias a sus habitantes, sobre todo a aquellos cuyas viviendas se encuentran próximas a las vías.

Los trenes que a diario atraviesan esta localidad, producen ruido y vibraciones que se transmiten a través del terreno, siendo más notorio en las viviendas más cercanas a la vía, pero extendiéndose hasta edificios más distantes.

Como se puede observar en las fotografías (Figura 48), la distancia de las líneas férreas con algunas viviendas es tan reducida que para acceder a algunas de ellas es necesario pasar por el balasto de la vía.



Figura 48. Vía de ferrocarril a su paso por Los Corrales de Buelna (Google Maps)

Los edificios que no se encuentran tan próximos, también perciben el ruido del ferrocarril y sus avisos sonoros (ruido aéreo) cuando se acerca a un paso a nivel. Además, las vibraciones producidas por la interacción rueda-vía se transmiten a través del terreno variando dicha transmisión en función de la tipología del terreno (absorción, G).

Como se observa en la Tabla 35, el valor de G varía entre 0 y 1. Se trata de un coeficiente adimensional definido en el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental. Este coeficiente es utilizado para calcular la transmisión de vibraciones a través del terreno.

Estudio de alternativas para hacer frente a problemas de contaminación acústica. Aplicación a varios casos prácticos en Los Corrales de Buelna

Tabla 35. Coeficiente de absorción (G) según el tipo de suelo (Real Decreto 1513/2005)

Descripción	Tipo	(kPa · s/m ²)	Valor G
Muy blando (nieve o con hierba)	A	12,5	1
Suelo forestal blando (con brezo corto y denso o musgo denso)	B	31,5	1
Suelo blando no compacto (césped, hierba o suelo mullido)	C	80	1
Suelo no compacto normal (suelo forestal y suelo de pastoreo)	D	200	1
Terreno compactado y grava (césped compactado y zonas de parques)	E	500	0,7
Suelo denso compactado (carretera de grava o aparcamientos)	F	2 000	0,3
Superficies duras (hormigón y asfaltado convencional)	G	20 000	0
Superficies muy duras y densas (asfalto denso, hormigón y agua)	H	200 000	0

Puede observarse que los terrenos con menor absorción ($G = 0$) corresponden a superficies duras como hormigón o asfalto, precisamente el tipo de superficies que habitualmente se encuentran en zonas urbanas, como es el caso de las proximidades del ferrocarril en Los Corrales de Buelna.

5.3.1 Asignación de pesos a los criterios correspondientes

Atendiendo a la clasificación de criterios anteriormente descrita (Tabla 21) estos son los criterios correspondientes a esta aplicación práctica y los pesos asignados a cada uno de ellos (Tabla 36):

Tabla 36. Pesos caso ferrocarril

Criterio	Peso
Aislamiento frente a ruido aéreo	4
Masa	1
Durabilidad/Mantenimiento	3
Sostenibilidad social y ambiental	3
Aislamiento de vibraciones	5

- Debido al objetivo de este trabajo, se otorga mayor peso a los criterios relativos al ruido, siendo el aislamiento de vibraciones más importante en el caso del ferrocarril por su complejidad y su radio de acción.
- La masa se considera menos relevante que los demás criterios, pues al tratarse de actuaciones sobre el terreno colindante a la vía, una mayor masa no causará perjuicio a los habitantes próximos a la actuación.
- Tras dar prioridad a los criterios referentes al ruido y vibraciones, se han considerado los dos criterios restantes con un peso inmediatamente inferior al aislamiento frente a ruido aéreo y con un peso ambos de 3. Se considera importante la sostenibilidad social y ambiental pero no se puede situar por encima de la durabilidad de la alternativa elegida.

5.3.2 Valoración de alternativas

- A1. Barreras de hormigón prefabricado (3.4.2)
- A2. Zanja rellena de Geofoam (3.4.6)
- A3. Resonadores para ferrocarril (3.4.5 resonador 2)

Estudio de alternativas para hacer frente a problemas de contaminación acústica. Aplicación a varios casos prácticos en Los Corrales de Buelna

Tabla 37. Calificación de alternativas caso ferrocarril

Criterio	Peso	A1	A2	A3
Aislamiento frente a ruido aéreo	4	5	1	1
Masa	1	2	4	3
Durabilidad/Mantenimiento	3	4	5	4
Sostenibilidad social y ambiental	3	3	4	4
Aislamiento de vibraciones	5	1	4	3

- La calificación de los criterios relativos al ruido (ruido aéreo y vibraciones), así como la masa de los materiales, se han realizado en base a los datos expuestos en los apartados 3.4.2, 3.4.5 y 3.4.6.
- El geofoam se encuentra enterrado y al ser un producto derivado del petróleo tendrá una durabilidad alta sin requerir mantenimiento. Tanto los resonadores como las barreras de hormigón necesitarán alguna reparación, aunque ésta sea mínima.
- Para calificar la sostenibilidad social y ambiental se ha tenido en cuenta el movimiento de maquinaria necesario para la colocación de las diferentes medidas. Además, el impacto visual de las alternativas A1 y A3 es inexistente pues quedarían enterradas.

5.3.3 Cálculo de matrices de concordancia y discordancia

Se procede al cálculo de las matrices siguiendo lo descrito en el apartado 4.

Tabla 38. Matriz de concordancia caso ferrocarril

	A1	A2	A3
A1	--	4	7
A2	12	--	16
A3	12	7	--

Las celdas verdes representan la probabilidad de que la alternativa correspondiente a esa fila domine a la alternativa de esa columna.

$$P = 58/6 = 9,67$$

Tabla 39. Matriz de discordancia caso ferrocarril

	A1	A2	A3
A1	--	3	4
A2	3	--	1
A3	2	0	--

Las celdas rojas representan la dominancia real de la alternativa de su columna sobre la alternativa de su fila.

$$Q = 13/6 = 2,16$$

5.3.4 Análisis de dominancias

Tabla 40. Dominancias hacia caso ferrocarril

Dominancia probable hacia	Dominancia real hacia
Si $C_{Ai/Aj} \geq P$, es probable que A_i domine a A_j	Si $D_{Ai/Aj} \leq Q$, entonces A_i realmente domina a A_j
$12 > 9,67 \Rightarrow A2$ probablemente domine a $A1$ $16 > 9,67 \Rightarrow A2$ probablemente domine a $A3$ $12 > 9,67 \Rightarrow A3$ probablemente domine a $A1$	$1 < 2.16 \Rightarrow A2$ realmente domina a $A3$ $2 < 2.16 \Rightarrow A3$ realmente domina a $A1$

Tabla 41. Dominancias desde caso ferrocarril

Dominancia probable desde	Dominancia real desde
Si $C_{Ai/Aj} < P$, es probable que A_i sea dominada por A_j	Si $D_{Ai/Aj} > Q$, entonces A_i es realmente dominada por A_j
$4 < 9,67 \Rightarrow A1$ prob. sea dominada por $A2$ $7 < 9,67 \Rightarrow A1$ prob. sea dominada por $A3$ $7 < 9,67 \Rightarrow A3$ prob. sea dominada por $A2$	$3 > 2.16 \Rightarrow A1$ es realmente dominada por $A2$ $4 > 2.16 \Rightarrow A1$ es realmente dominada por $A3$

5.3.5 Resultados y discusión

Resumiendo las dominancias se tiene que:

- $A2$ domina $A1$, $A3$
- $A3$ domina $A1$

Analizando las dominancias reales, el orden de preferencia queda claro:

- 1º Zanja rellena de Geofoam ($A2$)
- 2º Resonadores ($A3$)
- 3º Barreras de hormigón prefabricado ($A1$)

5.4 Autovía

La autovía A-67 a su paso por Los Corrales de Buelna discurre por una cota elevada respecto al núcleo urbano, pero en determinados tramos su proximidad a viviendas unifamiliares y bloques de viviendas ocasiona molestias a sus habitantes debido al ruido aéreo que produce el tráfico que transita por dicha vía.

Al ruido generado se suma la ausencia de pantallas acústicas en algunas zonas y la existencia de tramos en trinchera (Figura 49), que producen una amplificación del ruido debido a que las ondas sonoras rebotan dentro de la trinchera y salen de ella impactando contra las viviendas.

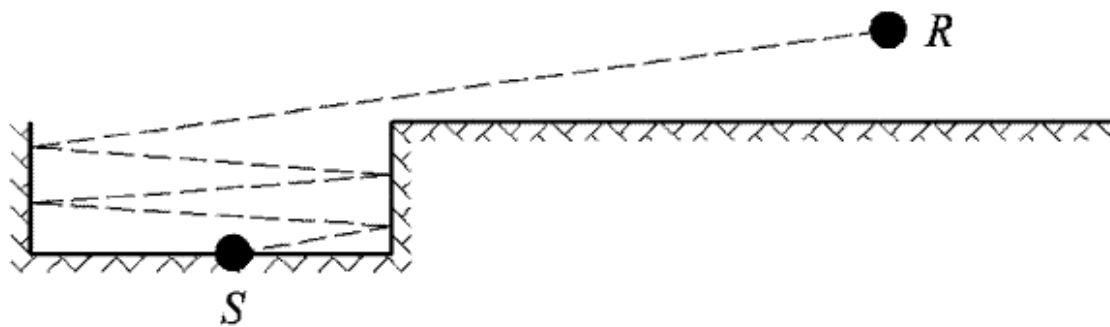


Figura 49. Gráfico del recorrido de la onda sonora en una vía en trinchera (Real Decreto 1513/2005)



Figura 50. Situación de autovía A-67 a su paso por Los Corrales de Buelna.

Estudio de alternativas para hacer frente a problemas de contaminación acústica. Aplicación a varios casos prácticos en Los Corrales de Buelna

El Ministerio para la Transición Ecológica proporciona mapas de ruido de la autovía A-67 en los que puede observarse (Figura 51) que el índice ruido día (L_d) a su paso por Los Corrales de Buelna llega hasta los 70 dB en los márgenes de la vía.

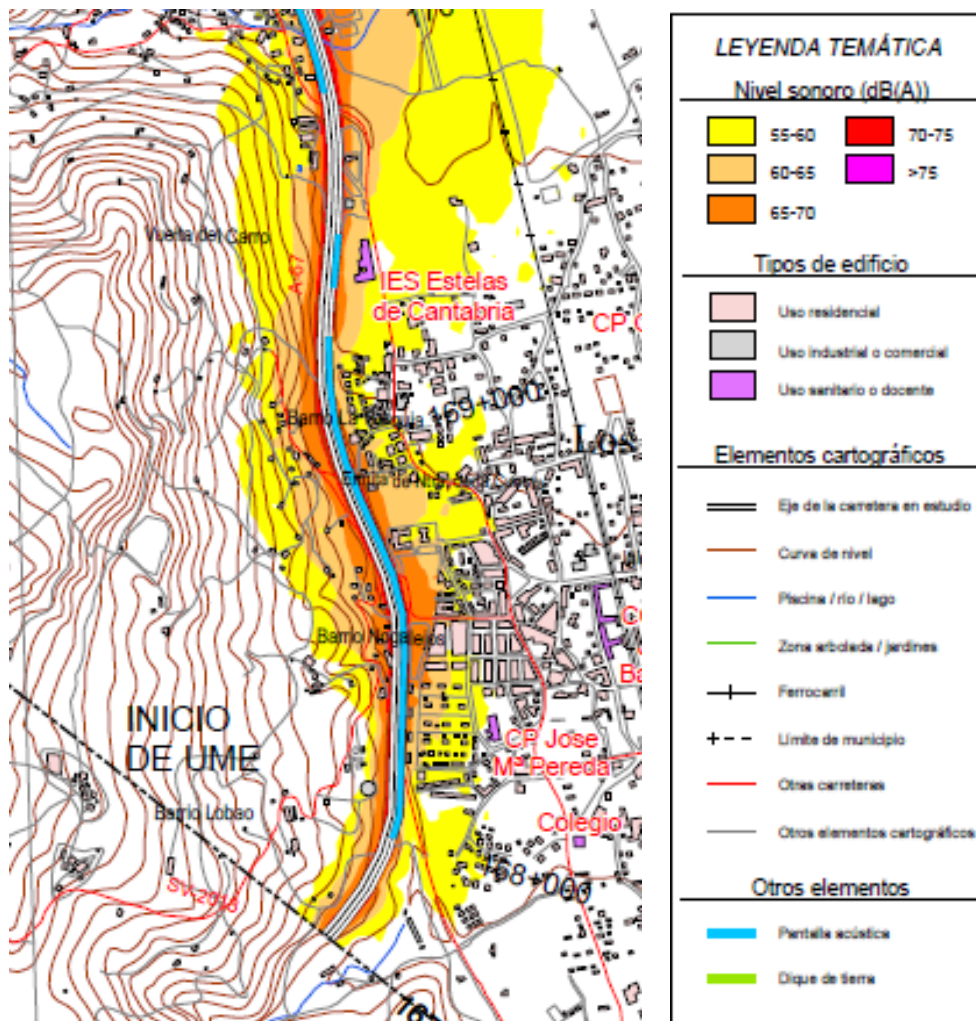


Figura 51. Mapa de ruido de la autovía A-67 a su paso por Los Corrales de Buelna (sicaweb)

5.4.1 Asignación de pesos a los criterios correspondientes

Atendiendo a la clasificación de criterios anteriormente descrita (Tabla 21), estos son los criterios correspondientes a esta aplicación práctica y los pesos asignados a cada uno de ellos (Tabla 42):

Tabla 42. Pesos caso autovía

Criterio	Peso
Aislamiento frente a ruido aéreo	5
Masa	1
Durabilidad/Mantenimiento	3
Sostenibilidad social y ambiental	2
Seguridad vial	4

- Al igual que en los casos anteriores, se ha asignado el mayor peso posible al aislamiento frente a ruido aéreo por ser el objetivo principal de este trabajo.
- Tratándose de una obra lineal, la masa de las soluciones adoptadas no será determinante en la elección, por lo que se le asigna el peso mínimo de 1.
- Sería una irresponsabilidad anteponer la durabilidad o la sostenibilidad a la seguridad vial. No se puede solucionar el problema acústico creando un problema de seguridad y por este motivo se le asigna un peso de 4.
- Con la idea de que los dos criterios restantes deben tener menor peso que la seguridad vial, se determina más relevante la durabilidad/mantenimiento, pues una baja durabilidad obligaría a sustituir las medidas adoptadas y se repetirían los movimientos de materiales y maquinaria con las consiguientes emisiones asociadas.

5.4.2 Valoración de alternativas

- A1. Muros verdes (3.4.3)
- A2. Barreras acrílicas (3.4.1)
- A3. Barreras de aluminio (3.4.4)
- A4. Resonadores bajo asfalto poroso (3.4.7)

Tabla 43. Calificación de alternativas caso autovía

Criterio	Peso	A1	A2	A3	A4
Aislamiento frente a ruido aéreo	5	3	2	4	1
Masa	1	3	3	2	5
Durabilidad/Mantenimiento	3	2	4	4	5
Sostenibilidad social y ambiental	2	5	3	3	2
Seguridad vial	4	4	3	2	4

- Las calificaciones relativas al aislamiento frente a ruido aéreo se han realizado conforme a los datos expuestos en los apartados 3.4.1, 3.4.3, 3.4.4 y 3.4.7.
- En relación a las masas, se califica con mayor puntuación a los materiales más ligeros.
- Para calificar la seguridad vial se ha considerado la posible interferencia en la circulación y los daños que se podrían producir en los vehículos que pudieran impactar en una salida de la vía y en sus ocupantes.
- Al calificar la sostenibilidad social y ambiental, se han considerado las emisiones que se producirían en la instalación debidas a la maquinaria utilizada y la procedencia y reciclabilidad de los materiales.
- Las calificaciones de durabilidad/mantenimiento se obtienen analizando la vida útil de los materiales empleados y la necesidad o no de mantenimiento. Por ejemplo, los resonadores, al ser polietileno y quedar cubiertos por el asfalto, tienen una duración alta y no necesitarán mantenimiento. El caso contrario son los muros verdes que además de necesitar un sistema de riego permanente, puede requerirse la sustitución de alguna planta.

5.4.3 Cálculo de matrices de concordancia y discordancia

Se procede al cálculo de las matrices siguiendo lo descrito en el apartado 4

Tabla 44. Matriz de concordancia caso autovía

	A1	A2	A3	A4
A1	--	12	7	11
A2	4	--	10	7
A3	8	10	--	7
A4	8	8	8	--

Las celdas verdes representan la probabilidad de que la alternativa correspondiente a esa fila domine a la alternativa de esa columna.

$$P = 100/12 = 8,33$$

Tabla 45. Matriz de discordancia caso autovía

	A1	A2	A3	A4
A1	--	2	2	3
A2	2	--	1	1
A3	2	2	--	3
A4	3	2	3	--

Las celdas rojas representan la dominancia real de la alternativa de su columna sobre la alternativa de su fila.

$$Q = 26/12 = 2,16$$

5.4.4 Análisis de dominancias

Tabla 46. Dominancias hacia caso autovía

Dominancia probable hacia	Dominancia real hacia
Si $C_{Ai/Aj} \geq P$, es probable que A_i domine a A_j	Si $D_{Ai/Aj} \leq Q$, entonces A_i realmente domina a A_j
$12 > 8,33 \Rightarrow A1$ probablemente domine a $A2$ $11 > 8,33 \Rightarrow A1$ probablemente domine a $A4$ $10 > 8,33 \Rightarrow A2$ probablemente domine a $A3$ $10 > 8,33 \Rightarrow A3$ probablemente domine a $A2$	$2 < 2,16 \Rightarrow A1$ realmente domina a $A2$ $1 < 2,16 \Rightarrow A2$ realmente domina a $A3$ $2 < 2,16 \Rightarrow A3$ realmente domina a $A2$

Tabla 47. Dominancias desde caso autovía

Dominancia probable desde	Dominancia real desde
Si $C_{Ai/Aj} < P$, es probable que A_i sea dominada por A_j	Si $D_{Ai/Aj} > Q$, entonces A_i es realmente dominada por A_j
$7 < 8,33 \Rightarrow A1$ prob. sea dominada por $A3$ $4 < 8,33 \Rightarrow A2$ prob. sea dominada por $A1$ $7 < 8,33 \Rightarrow A2$ prob. sea dominada por $A4$ $8 < 8,33 \Rightarrow A3$ prob. sea dominada por $A1$ $7 < 8,33 \Rightarrow A3$ prob. sea dominada por $A4$ $8 < 8,33 \Rightarrow A4$ prob. sea dominada por $A1$ $8 < 8,33 \Rightarrow A4$ prob. sea dominada por $A2$ $8 < 8,33 \Rightarrow A4$ prob. sea dominada por $A3$	$3 > 2.16 \Rightarrow A3$ es realmente dominada por $A4$ $3 > 2.16 \Rightarrow A4$ es realmente dominada por $A1$ $3 > 2.16 \Rightarrow A4$ es realmente dominada por $A3$

5.4.5 Resultados y discusión

Resumiendo las dominancias se tiene que:

- $A1$ domina $A2$, $A4$
- $A2$ domina $A3$
- $A3$ domina $A2$, $A4$
- $A4$ domina $A3$

Analizando las dominancias, se observa que $A1$ domina a $A2$ y a $A4$ mientras que las alternativas $A2$, $A3$ y $A4$ no dominarían unas sobre otras de forma definida.

Teniendo en cuenta estos resultados, este sería el orden de preferencia:

1º Muros verdes ($A1$)

2º Barreras acrílicas ($A2$) / Barreras de aluminio ($A3$) / Resonadores bajo asfalto ($A4$)

6 CONCLUSIONES

Con la elaboración de este Trabajo Fin de Grado se ha definido la problemática del ruido, tomando conciencia de su importancia y la repercusión que tiene en nuestras vidas. Para ello, se ha llevado a cabo un trabajo de documentación sobre las normativas vigentes en España, las exigencias de las mismas y una aproximación comparativa con otros países europeos.

Así, se ha profundizado en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido y los Reales Decretos que la desarrollan. Además, al revisar el Documento Básico de Protección frente al Ruido del Código Técnico de la Edificación (CTE DB-HR) para exponer la normativa referente a aislamiento acústico, se consideró de gran utilidad el software oficial del CTE para el cálculo de aislamientos.

La investigación sobre soluciones constructivas que pudieran aislar o atenuar la transmisión de ruidos llevó a establecer una clasificación de las soluciones. Primeramente, se distinguieron entre las aplicables en edificación y las que serían de utilidad en infraestructuras como autovías o líneas de ferrocarril. Se ha utilizado el software oficial del CTE para comprobar y comparar las capacidades de aislamiento frente a ruido aéreo y frente a ruido de impacto de soluciones habituales que se pueden encontrar en el catálogo del CTE. Para ello se han planteado 3 escenarios diferentes que permitieran evaluar el comportamiento acústico de forjados, fachadas y particiones verticales.

Con respecto a los forjados se han seleccionado 12 soluciones diferentes combinadas con 3 tipos de suelos flotantes, exponiendo los resultados de las simulaciones informáticas para ofrecer una comparativa y observar las prestaciones de cada tipología seleccionada. Se observa que casi la totalidad de las soluciones cumple la normativa, siendo el forjado de placa maciza el que mejor se enfrenta al ruido de impacto. En relación al ruido aéreo podemos encontrar varias soluciones con un comportamiento similar, dejando al suelo flotante de madera como el peor de los 3 estudiados.

Para estudiar las fachadas, se ha creado una selección de 24 tipologías diferentes. Cada tipología tiene asociadas 3 simulaciones de cálculo (sin ventanas, con ventana sencilla y con doble ventana) que refleja la importancia de los huecos en las fachadas respecto al aislamiento frente a ruido aéreo. Además, el software permite dejar constancia de la diferencia entre las mediciones in situ y las realizadas en laboratorio, siendo esta diferencia mayor en las soluciones de fábrica vista y menor en aquellas con cámara de aire y revestimiento continuo. Sin tener en cuenta el efecto de los huecos, la mejor solución de las estudiadas sería una fachada sin cámara de aire y con revestimiento discontinuo que consta de un bloque de hormigón de 240 mm, aislante térmico separado 10 mm del bloque y placa de yeso laminado de 15 mm.

El estudio de las particiones verticales se ha llevado a cabo con una selección de 8 soluciones, simulando su comportamiento en el software con y sin trasdosado, por lo que se crearon 2 casos de cálculo por cada solución. Al igual que en fachadas y forjados, estas simulaciones permitieron comprobar la diferencia entre los resultados de laboratorio y los que se obtendrían en una medición in situ. Además, se ha observado que las soluciones de 2 hojas no cumplirían las exigencias vigentes sin la instalación del trasdosado, aunque al instalarle adquieren propiedades similares a las de una hoja. Entre todas las soluciones calculadas destaca el desempeño acústico de la partición de una hoja de hormigón armado de 200 mm de espesor.

Por otra parte, la búsqueda de información en SCOPUS ha proporcionado soluciones novedosas que se han catalogado como avanzadas.

Con el objetivo de elegir una metodología multicriterio capaz de ofrecer una priorización de una selección de alternativas para un caso concreto, se ha realizado un trabajo de documentación sobre las diferentes metodologías habitualmente empleadas en el ámbito de la construcción, escogiendo un método que permitiera una exposición clara de su desarrollo sin una complejidad excesiva en sus cálculos. El método elegido ha sido el ELECTRE.

Una vez elegida y definida la metodología multicriterio, se procedió a su aplicación en 4 casos prácticos en Los Corrales de Buelna. Estableciendo unos criterios diferentes para cada caso concreto y realizando una selección de alternativas aplicable a cada uno de ellos, se obtuvo una priorización para la aplicación de las alternativas seleccionadas. De esta manera, se proponen soluciones elegidas objetivamente para cada caso de estudio.

En el caso práctico 1, relativo al ruido producido por animales, concretamente perros, en un espacio adyacente a una vivienda unifamiliar, se han seleccionado una fachada vegetal, la sustitución de ventanas por unas de vidrio doble, y la instalación de un trasdosado con placa doble de yeso. Debido al excesivo nivel de presión acústica generado, las soluciones no reducirán el ruido de forma suficiente para obtener un nivel adecuado para el descanso.

El caso práctico 2 estudia las posibles alternativas para aislar los ruidos de impacto entre dos recintos superpuestos. Para ello, se proponen 4 tipologías de forjados: sistema de placas huecas, forjado de placa maciza, forjado reforzado de madera, y forjado de losas alveolares. Las 4 soluciones estudiadas cumplen los requisitos exigidos por el CTE y la aplicación de la metodología multicriterio ofrece un triple empate en la primera opción a escoger, quedando el forjado de losas alveolares por detrás de las otras 3.

En el caso 3 se ofrecen 3 soluciones para reducir los ruidos y vibraciones producidas por el ferrocarril a su paso por la población de Los Corrales de Buelna, a saber: barreras de hormigón prefabricado, zanja rellena de Geofoam, y resonadores de hormigón. En relación a la capacidad de mitigar las vibraciones producidas por el ferrocarril, y tras aplicar la metodología multicriterio definida, la zanja rellena de Geofoam se sitúa como la mejor opción, seguida de los resonadores de hormigón y dejando las barreras de hormigón como peor menos aconsejable de las tres.

En el último caso práctico se seleccionan 4 alternativas para su aplicación en la autovía A-67 a su paso por Los Corrales de Buelna: muros verdes, barreras acrílicas, barreras de aluminio, y resonadores bajo asfalto poroso. En base a la metodología definida, la mejor opción es la de los muros verdes. Se obtuvo un triple empate entre las otras 3 soluciones, ocupando la segunda posición en el orden de aplicación.

7 REFERENCIAS

- Azkorra Z., Perez G., Coma J., Cabeza L.F., Bures S., Alvaro J.E., Erkoreka A., Urrestarazu M. (2015). Evaluation of green walls as a passive acoustic insulation system for buildings. *Applied Acoustics*, Volume 89, Pages 46-56.
- Banias G., Achillas C., Vlachokostas C., Moussiopoulos M., Tarnesis S. (2010). Assessing multiple criteria for the optimal location of a construction and demolition waste management facility. *Building and Environment*, Volume 45, Issue 10, Pages 2317-2326
- Catálogo Saint-Gobain.
- CTE DB-HR. Código Técnico de la Edificación. Documento Básico. Protección frente al Ruido. <https://www.codigotecnico.org/index.php/menu-proteccion-frente-ruido.html>.
- CTE. Herramienta oficial de cálculo del DB HR del CTE, <https://www.codigotecnico.org/index.php/menu-herramienta-calculo-documento-basico-proteccion-frente-ruido.html>.
- CTE. Catálogo de Elementos Constructivos, <https://itec.cat/cec/> (y versiones anteriores en pdf).
- González J. (2016). Estudio de alternativas para la construcción de firmes permeables. TFG de Grado en Ingeniería Civil en la Universidad de Cantabria.
- Grochowska E., Kaliszek J., Gil J. (2018). The parameters of the acoustic insulation capacity of a reinforced wooden ceiling. *MATEC Web Conf*, Volume 174.
- Jato D., Castillo E., Rodríguez J., Canteras J. (2014). A review of application of multi-criteria decision making methods in construction. *Automation in Construction*, Volume 45, Pages 151-162.
- Jiradecha C., Singhatiraj P. (2018). The study for installing noise barrier on highway route no.9. *MATEC Web of Conferences* 169.
- Kaewunruen S., Martin V. (2018). Life Cycle Assessment of Railway Ground-Borne Noise and Vibration Mitigation Methods using Geosynthetics, Metamaterials and Ground Improvement. *Sustainability* 2018, 10, 3753.
- Keller, L.W.; Morgan, J.M. (2016). Ground Improvement Overview; Delaware Valley Area Structural Engineers; Whitestone Associates Inc.: Warren, NJ, USA.
- Krödel S., Thaomé N., Daraio C. (2015). Wide band-gap seismic metastructures. *Extreme Mechanics Letters*, Volume 4, Pages 111-117.
- Leembruggen G. (2016). Assessment of environmental impact of noise from proposed dog breeding accommodation at 125 Eltons RD Silverade. Estudio elaborado por Acoustics Directions.
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido
- Lombillo I. (2013). Apuntes de la asignatura "Edificación". Grado en Ingeniería Civil, E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Santander. Universidad de Cantabria.
- Maennel M., Forssén J., Van der A.B. (2013). Improving the acoustic performance of low noise road surfaces using resonators. *Proc. Mtgs. Acoust.* 19, 040036.
- Miniaci M., Krushynska A., Bosia F., Pugno N.M. (2016). Large scale mechanical metamaterials as seismic shields. *New Journal of Physics*, Volume 18.
- Munteanu C., Michaela M., Tamas-Gavrea D., Cobirzan N., Chiuzbaian R., Fernea R. (2017). Protection to railway traffic noise in the case of a multilevel residential building from the city of Cluj-Napoca. *Procedia Manufacturing*, Volume 22, Pages 339-346

Estudio de alternativas para hacer frente a problemas de contaminación acústica. Aplicación a varios casos prácticos en Los Corrales de Buelna

Murillo, C.; Thorel, L.; Caicedo, B. (2009). Ground vibration isolation with geofom barriers: Centrifuge modeling. *Geotext. Geomembr.* 27, 423–434.

Na S., Paik I., Yun S.-H., Truong H.C., Roh Y.-S. (2019). Evaluation of the Floor Impact Sound Insulation Performance of a Voided Slab System Applied to a High-Rise Commercial Residential-Complex Building. *International Journal of Concrete Structures and Materials*, vol. 13, no. 1.

Nowoswiat A., Zuchowski R., Marchacz M., Dulak L. (2018), Sound insulation of wooden floors. *E3S Web of Conferences* 49.

Paik I., Na S. (2018). Evaluation of Noise Insulation Performance for Void Deck Slab System which Combines Deck Plates with a Voided Slab System. *International Journal of Applied Engineering Research*, vol. 13, no. 10.

Rasmussen B. (2018). Building acoustic regulations in Europe – Brief history and actual situation. *Nordic Acoustics Meeting 2018* (2018 ed., pp. 1-16). Reykjavik: Nordic Acoustic Association. Joint Baltic-Nordic Acoustics Meeting (BNAM), Proceedings.

Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.

Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas

Rogers M. (2010). Using Electre III to aid the choice of housing construction process within structural engineering. *Construction Management and Economics*, 18:3, 333-342.

Tuler, M.V.; Kaewunruen, S. (2017). Life cycle analysis of mitigation methodologies for railway rolling noise and groundborne vibration. *J. Environ. Manag.* 191, 75–82

Universidad de Almería (2014). SILENTVEG: Barreras vegetales autónomas y sostenibles para la mitigación acústica y compensación del CO₂ en vías de transporte, con seguimiento telemático

Zavadskas E., Turskis Z., Volvaciovas R., Kildiene, S. (2013). Multi-criteria Assessment Model of Technologies. *Studies in Informatics and Control*, Vol. 22, No. 4.

Páginas web:

Constructalia.com (<https://constructalia.arcelormittal.com/es/productos/cofraplus>, 21/06/2019)

El ruido enferma y es un problema de salud pública (www.elpais.com, 02/10/2017).

El ruido, un gran problema ambiental olvidado (<https://www.ecologistasenaccion.org/119174/el-ruido-un-gran-problema-ambiental-olvidado/> 23/04/2019)

Foster.at, Noise control (<https://www.forster.at/en/noise-control/> 15/07/2019)

HDL Autovías con jardines verticales para reducir el nivel de ruido y contaminación por el tráfico (<https://www.youtube.com/watch?v=I6GbEIFbf4> 08/07/2019)

Sicaweb.es, Mapas de ruido A-67 (<http://sicaweb.cedex.es/ume-fase1.php?id=30>, 12/07/2019)

Waterworld.com, Technologies (<https://www.waterworld.com/municipal/technologies> 12/7/2019)

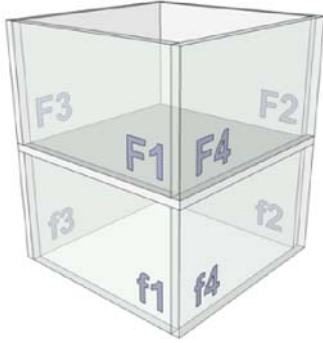
Anexo 1.

Simulaciones en forjados

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Proyecto	Cálculo aislamiento de forjados	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Forjado unidireccional con bovedilla cerámica y suelo con capa de mortero	

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	U_BC 300 mm						
Pared F1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	I _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		333	53	76	5	27
Pared F1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared F2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared F3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared F4	9.45	3.5	70	33		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido				Volumen	62.5	
	Soluciones Constructivas						
Separador	U_BC 300 mm						
Pared f1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		333	53	76	-	-
Pared f1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared f2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared f3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared f4	9.45	3.5	70	33		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	25.6	12.2	12.2
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	20.4	10.6	10.6
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	22.9	11.3	11.3
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	22.9	11.3	11.3

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	53	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	47	65	CUMPLE

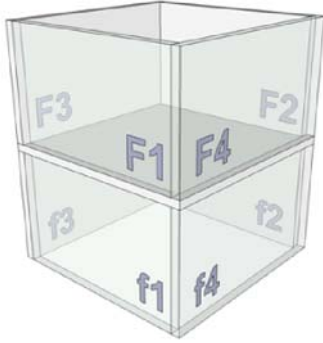
Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	52	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	-	-	-

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Proyecto	Cálculo aislamiento de forjados
Autor	César Díez Olea
Fecha	Septiembre 2019
Referencia	Forjado unidireccional con bovedilla de hormigón y suelo con capa de mortero



Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	U_BH 300 mm						
Pared F1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	I _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		372	55	74	5	27
Pared F1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared F2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared F3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared F4	9.45	3.5	70	33		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido				Volumen	62.5	
	Soluciones Constructivas						
Separador	U_BH 300 mm						
Pared f1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		372	55	74	-	-
Pared f1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared f2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared f3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared f4	9.45	3.5	70	33		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	26.8	12.6	12.6
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	21.5	10.9	10.9
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	24.1	11.7	11.7
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	24.1	11.7	11.7

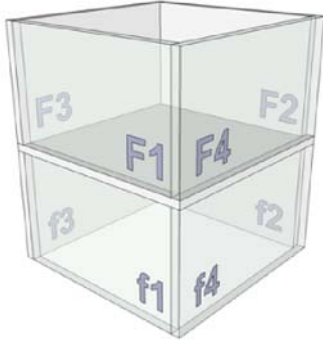
Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	55	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	46	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	53	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	-	-	-

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Proyecto	Cálculo aislamiento de forjados	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Forjado unidireccional con bovedilla de hormigón de áridos ligeros y suelo con capa de mortero	

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	U_BHA 300 mm						
Pared F1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	I _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		342	54	75	6	27
Pared F1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared F2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared F3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared F4	9.45	3.5	70	33		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	62.5
	Soluciones Constructivas						
Separador	U_BHA 300 mm						
Pared f1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		342	54	75	-	-
Pared f1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared f2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared f3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared f4	9.45	3.5	70	33		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	25.9	12.3	12.3
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	20.6	10.6	10.6
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	23.2	11.4	11.4
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	23.2	11.4	11.4

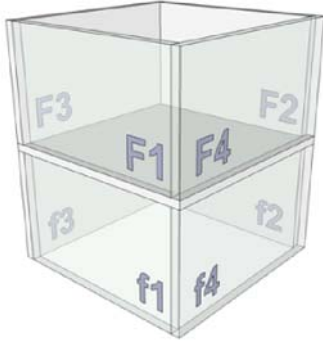
Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	54	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	47	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	53	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	-	-	-

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Proyecto	Cálculo aislamiento de forjados	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Forjado unidireccional con bovedilla de EPS y suelo con capa de mortero	

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	U_EPS moldeada-enrasada 300 mm						
Pared F1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		222	47	86	5	27
Pared F1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared F2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared F3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared F4	9.45	3.5	70	33		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido				Volumen	62.5	
	Soluciones Constructivas						
Separador	U_EPS moldeada-enrasada 300 mm						
Pared f1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		222	47	86	-	-
Pared f1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared f2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared f3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared f4	9.45	3.5	70	33		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	21.2	10.8	10.8
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	16.4	9.6	9.6
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	18.7	10.1	10.1
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	18.7	10.1	10.1

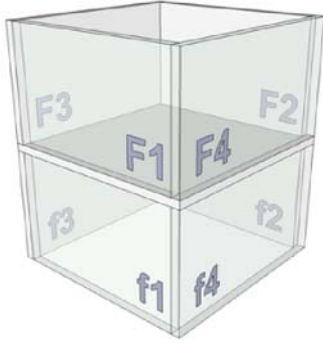
Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	48	50	NO CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	57	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	47	50	NO CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	-	-	-

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Proyecto	Cálculo aislamiento de forjados	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Forjado reticular con bovedilla de cerámica y suelo con capa de mortero	

Características técnicas del recinto 1							
Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	R_BC 300 mm						
Pared F1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		365	55	74	5	27
Pared F1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared F2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared F3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared F4	9.45	3.5	70	33		-	-

Características técnicas del recinto 2							
Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	62.5
	Soluciones Constructivas						
Separador	R_BC 300 mm						
Pared f1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		365	55	74	-	-
Pared f1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared f2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared f3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared f4	9.45	3.5	70	33		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas , puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	26.6	12.6	12.6
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	21.3	10.8	10.8
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	23.9	11.6	11.6
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	23.9	11.6	11.6

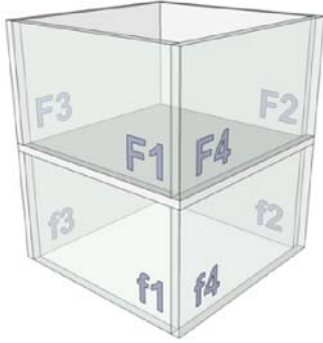
Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	55	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	46	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	53	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	-	-	-

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Proyecto	Cálculo aislamiento de forjados	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Forjado reticular con bovedilla de hormigón y suelo con capa de mortero	

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	R_BH 300 mm						
Pared F1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		385	56	73	5	27
Pared F1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared F2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared F3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared F4	9.45	3.5	70	33		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	62.5
	Soluciones Constructivas						
Separador	R_BH 300 mm						
Pared f1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		385	56	73	-	-
Pared f1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared f2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared f3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared f4	9.45	3.5	70	33		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso:Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	27.2	12.8	12.8
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	21.9	11	11
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	24.5	11.8	11.8
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	24.5	11.8	11.8

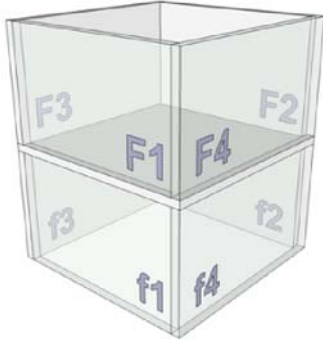
Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	55	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	45	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	54	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	-	-	-

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Proyecto	Cálculo aislamiento de forjados	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Forjado reticular con bovedilla de hormigón de áridos aligerados y suelo con capa de mortero	

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	R_BHA 300 mm						
Pared F1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		369	55	74	5	27
Pared F1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared F2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared F3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared F4	9.45	3.5	70	33		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	62.5
	Soluciones Constructivas						
Separador	R_BHA 300 mm						
Pared f1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		369	55	74	-	-
Pared f1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared f2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared f3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared f4	9.45	3.5	70	33		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	26.7	12.6	12.6
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	21.4	10.9	10.9
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	24	11.7	11.7
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	24	11.7	11.7

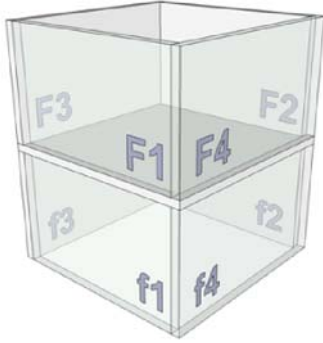
Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	55	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	46	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	53	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	-	-	-

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Proyecto	Cálculo aislamiento de forjados	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Forjado reticular con bovedilla de EPS y suelo con capa de mortero	

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	R_EPS moldeado-enrasado 300 mm						
Pared F1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	I _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		337	54	79	5	27
Pared F1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared F2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared F3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared F4	9.45	3.5	70	33		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	62.5
	Soluciones Constructivas						
Separador	R_EPS moldeado-enrasado 300 mm						
Pared f1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		337	54	79	-	-
Pared f1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared f2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared f3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared f4	9.45	3.5	70	33		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	25.7	12.2	12.2
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	20.5	10.6	10.6
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	23	11.4	11.4
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	23	11.4	11.4

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	54	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	51	65	CUMPLE

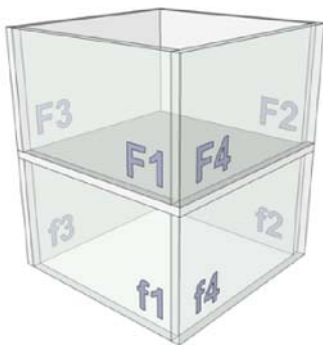
Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	52	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	-	-	-

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Proyecto	Cálculo aislamiento de forjados
Autor	César Díez Olea
Fecha	Septiembre 2019
Referencia	Forjado de losas alveolares sin capa de compresión y suelo con capa de mortero



Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	L_Sin capa compresion 300 mm						
Pared F1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	I _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		387	56	73	5	27
Pared F1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared F2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared F3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared F4	9.45	3.5	70	33		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	62.5
	Soluciones Constructivas						
Separador	L_Sin capa compresion 300 mm						
Pared f1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		387	56	73	-	-
Pared f1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared f2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared f3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared f4	9.45	3.5	70	33		-	-

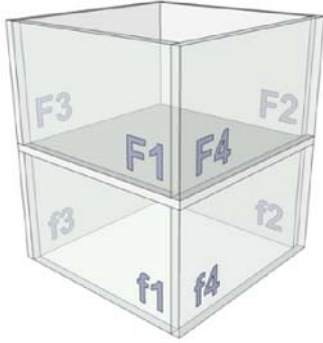
Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas , puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	27.3	12.8	12.8
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	21.9	11	11
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	24.5	11.8	11.8
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	24.5	11.8	11.8

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	55	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	45	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	54	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	-	-	-

Proyecto	Cálculo aislamiento de forjados	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Forjado de losas alveolares con capa de compresión y suelo con capa de mortero	

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	L_Capa compresion 300 mm						
Pared F1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		459	57	71	5	27
Pared F1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared F2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared F3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared F4	9.45	3.5	70	33		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	62.5
	Soluciones Constructivas						
Separador	L_Capa compresion 300 mm						
Pared f1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		459	57	71	-	-
Pared f1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared f2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared f3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared f4	9.45	3.5	70	33		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	29.3	13.5	13.5
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	23.8	11.6	11.6
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	26.5	12.5	12.5
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	26.5	12.5	12.5

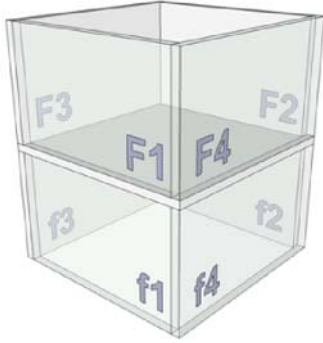
Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	57	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	43	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	55	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	-	-	-

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Proyecto	Cálculo aislamiento de forjados	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Forjado de placa maciza de hormigón convencional y suelo con capa de mortero	

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	LM 300 mm						
Pared F1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		750	67	63	5	27
Pared F1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared F2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared F3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared F4	9.45	3.5	70	33		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	62.5
	Soluciones Constructivas						
Separador	LM 300 mm						
Pared f1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		750	67	63	-	-
Pared f1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared f2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared f3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared f4	9.45	3.5	70	33		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	35.4	16	16
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	29.4	13.6	13.6
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	32.4	14.7	14.7
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	32.4	14.7	14.7

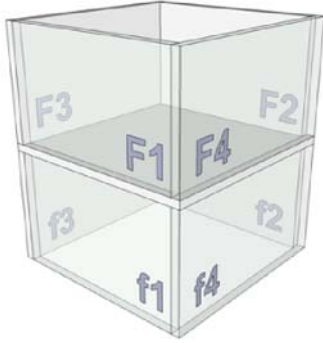
Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	64	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	36	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	63	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	-	-	-

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Proyecto	Cálculo aislamiento de forjados	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Forjado de placa maciza de hormigón con áridos ligeros y suelo con capa de mortero	

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	LMAL 300 mm						
Pared F1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	I _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		600	63	67	5	27
Pared F1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared F2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared F3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared F4	9.45	3.5	70	33		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido				Volumen	62.5	
	Soluciones Constructivas						
Separador	LMAL 300 mm						
Pared f1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		600	63	67	-	-
Pared f1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared f2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared f3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared f4	9.45	3.5	70	33		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	32.6	14.8	14.8
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	26.8	12.6	12.6
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	29.6	13.7	13.7
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	29.6	13.7	13.7

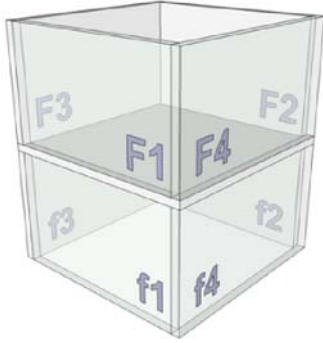
Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	61	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	39	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	60	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	-	-	-

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Proyecto	Cálculo aislamiento de forjados	
Autor	Cálculo aislamiento de forjados	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Forjado unidireccional con bovedilla cerámica y suelo con placa doble de yeso laminado	

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	U_BC 300 mm						
Pared F1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	I _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		333	53	76	2	27
Pared F1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared F2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared F3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared F4	9.45	3.5	70	33		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	62.5
	Soluciones Constructivas						
Separador	U_BC 300 mm						
Pared f1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		333	53	76	-	-
Pared f1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared f2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared f3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared f4	9.45	3.5	70	33		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso:Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	25.6	12.2	12.2
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	20.4	10.6	10.6
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	22.9	11.3	11.3
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	22.9	11.3	11.3

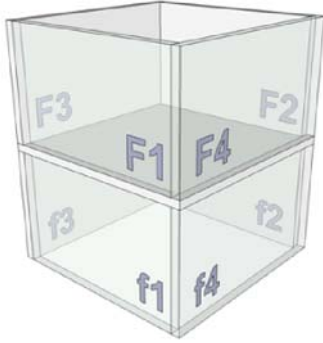
Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	52	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	47	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	50	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	-	-	-

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Proyecto	Cálculo aislamiento de forjados	
Autor	Cálculo aislamiento de forjados	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Forjado unidireccional con bovedilla de hormigón y suelo con placa doble de yeso laminado	

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	U_BH 300 mm						
Pared F1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		372	55	74	1	23
Pared F1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared F2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared F3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared F4	9.45	3.5	70	33		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	62.5
	Soluciones Constructivas						
Separador	U_BH 300 mm						
Pared f1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		372	55	74	-	-
Pared f1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared f2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared f3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared f4	9.45	3.5	70	33		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	26.8	12.6	12.6
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	21.5	10.9	10.9
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	24.1	11.7	11.7
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	24.1	11.7	11.7

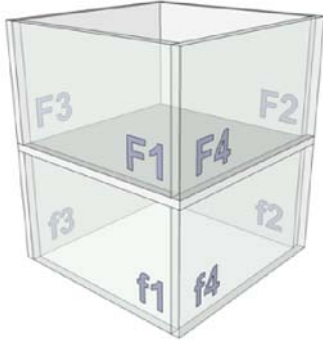
Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	53	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	50	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	51	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	-	-	-

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Proyecto	Cálculo aislamiento de forjados	
Autor	Cálculo aislamiento de forjados	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Forjado unidireccional con bovedilla de hormigón aligerado y suelo con placa doble de yeso laminado	

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	U_BHA 300 mm						
Pared F1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	I _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		342	54	75	2	27
Pared F1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared F2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared F3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared F4	9.45	3.5	70	33		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	62.5
	Soluciones Constructivas						
Separador	U_BHA 300 mm						
Pared f1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		342	54	75	-	-
Pared f1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared f2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared f3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared f4	9.45	3.5	70	33		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

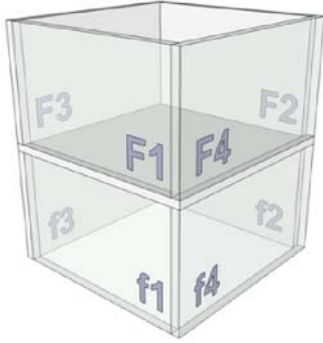
Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	25.9	12.3	12.3
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	20.6	10.6	10.6
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	23.2	11.4	11.4
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	23.2	11.4	11.4

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	53	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	47	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	51	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	-	-	-

Proyecto	Cálculos aislamiento de forjados	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Forjado reticular con bovedilla cerámica y suelo con doble placa de yeso laminado	

Características técnicas del recinto 1							
Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	U_EPS moldeada-enrasada 300 mm						
Pared F1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		222	47	86	1	27
Pared F1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared F2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared F3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared F4	9.45	3.5	70	33		-	-

Características técnicas del recinto 2							
Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	62.5
	Soluciones Constructivas						
Separador	U_EPS moldeada-enrasada 300 mm						
Pared f1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		222	47	86	-	-
Pared f1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared f2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared f3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared f4	9.45	3.5	70	33		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	21.2	10.8	10.8
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	16.4	9.6	9.6
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	18.7	10.1	10.1
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	18.7	10.1	10.1

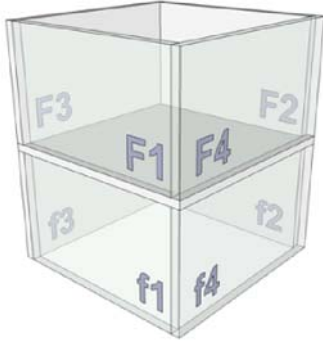
Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	46	50	NO CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	57	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	45	50	NO CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	-	-	-

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Proyecto	Cálculos aislamiento de forjados	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Forjado reticular con bovedilla cerámica y suelo con doble placa de yeso laminado	

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	R_BC 300 mm						
Pared F1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	I _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		365	55	74	1	27
Pared F1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared F2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared F3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared F4	9.45	3.5	70	33		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido				Volumen	62.5	
	Soluciones Constructivas						
Separador	R_BC 300 mm						
Pared f1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		365	55	74	-	-
Pared f1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared f2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared f3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared f4	9.45	3.5	70	33		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso:Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	26.6	12.6	12.6
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	21.3	10.8	10.8
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	23.9	11.6	11.6
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	23.9	11.6	11.6

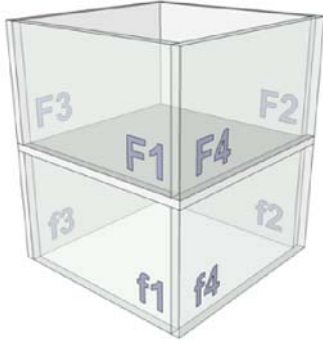
Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	53	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	46	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	51	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	-	-	-

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Proyecto	Cálculos aislamiento de forjados	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Forjado reticular con bovedilla hormigón y suelo con doble placa de yeso laminado	

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	R_BH 300 mm						
Pared F1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		385	56	73	1	27
Pared F1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared F2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared F3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared F4	9.45	3.5	70	33		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	62.5
	Soluciones Constructivas						
Separador	R_BH 300 mm						
Pared f1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		385	56	73	-	-
Pared f1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared f2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared f3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared f4	9.45	3.5	70	33		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	27.2	12.8	12.8
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	21.9	11	11
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	24.5	11.8	11.8
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	24.5	11.8	11.8

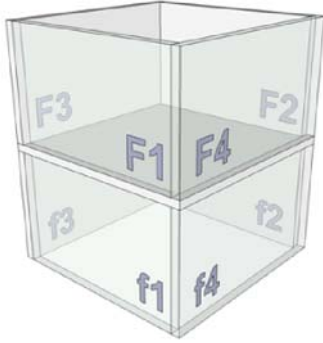
Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	54	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	45	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	52	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	-	-	-

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Proyecto	Cálculos aislamiento de forjados	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Forjado reticular con bovedilla hormigón de áridos ligeros y suelo con doble placa de yeso laminado	

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	R_BHA 300 mm						
Pared F1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	I _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		369	55	74	1	27
Pared F1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared F2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared F3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared F4	9.45	3.5	70	33		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	62.5
	Soluciones Constructivas						
Separador	R_BHA 300 mm						
Pared f1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		369	55	74	-	-
Pared f1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared f2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared f3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared f4	9.45	3.5	70	33		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	26.7	12.6	12.6
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	21.4	10.9	10.9
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	24	11.7	11.7
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	24	11.7	11.7

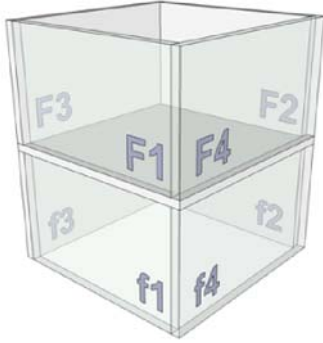
Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	53	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	46	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	51	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	-	-	-

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Proyecto	Cálculos aislamiento de forjados	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Forjado reticular con bovedilla de EPS y suelo con doble placa de yeso laminado	

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	R_EPS moldeado-enrasado 300 mm						
Pared F1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	I _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		337	54	79	1	27
Pared F1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared F2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared F3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared F4	9.45	3.5	70	33		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	62.5
	Soluciones Constructivas						
Separador	R_EPS moldeado-enrasado 300 mm						
Pared f1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		337	54	79	-	-
Pared f1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared f2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared f3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared f4	9.45	3.5	70	33		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	25.7	12.2	12.2
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	20.5	10.6	10.6
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	23	11.4	11.4
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	23	11.4	11.4

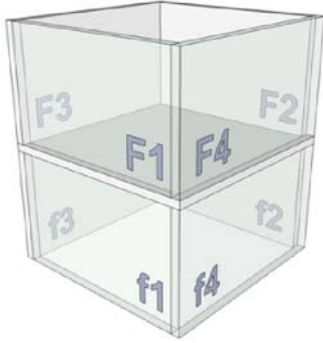
Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	52	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	51	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	51	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	-	-	-

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Proyecto	Cálculos aislamiento de forjados	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Forjado de losas alveolares sin capa de compresión y suelo con doble placa de yeso laminado	

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	L_Sin capa compresion 300 mm						
Pared F1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		387	56	73	1	27
Pared F1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared F2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared F3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared F4	9.45	3.5	70	33		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido				Volumen	62.5	
	Soluciones Constructivas						
Separador	L_Sin capa compresion 300 mm						
Pared f1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		387	56	73	-	-
Pared f1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared f2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared f3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared f4	9.45	3.5	70	33		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas , puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	27.3	12.8	12.8
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	21.9	11	11
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	24.5	11.8	11.8
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	24.5	11.8	11.8

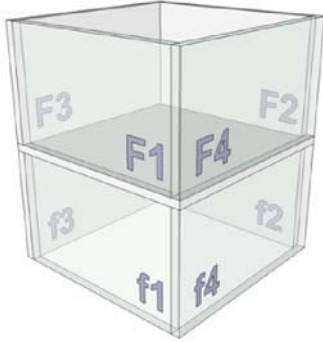
Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	54	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	45	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	52	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	-	-	-

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Proyecto	Cálculos aislamiento de forjados	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Forjado de losas alveolares con capa de compresión y suelo con doble placa de yeso laminado	

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	L_Capa compresion 300 mm						
Pared F1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	I _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		459	57	71	1	27
Pared F1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared F2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared F3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared F4	9.45	3.5	70	33		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido				Volumen	62.5	
	Soluciones Constructivas						
Separador	L_Capa compresion 300 mm						
Pared f1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		459	57	71	-	-
Pared f1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared f2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared f3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared f4	9.45	3.5	70	33		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas , puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	29.3	13.5	13.5
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	23.8	11.6	11.6
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	26.5	12.5	12.5
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	26.5	12.5	12.5

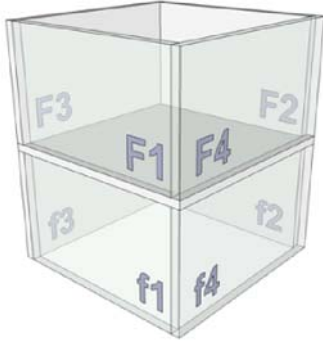
Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	55	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	43	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	53	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	-	-	-

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Proyecto	Cálculos aislamiento de forjados	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Forjado de placa maciza de hormigón convencional y suelo con doble placa de yeso laminado	

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	LM 300 mm						
Pared F1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		750	67	63	1	27
Pared F1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared F2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared F3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared F4	9.45	3.5	70	33		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	62.5
	Soluciones Constructivas						
Separador	LM 300 mm						
Pared f1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		750	67	63	-	-
Pared f1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared f2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared f3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared f4	9.45	3.5	70	33		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	35.4	16	16
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	29.4	13.6	13.6
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	32.4	14.7	14.7
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	32.4	14.7	14.7

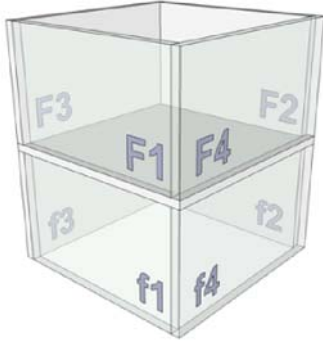
Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	63	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	36	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	61	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	-	-	-

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Proyecto	Cálculos aislamiento de forjados	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Forjado de placa maciza de hormigón con áridos ligeros y suelo con doble placa de yeso laminado	

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	LMAL 300 mm						
Pared F1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	I _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		600	63	67	1	27
Pared F1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared F2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared F3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared F4	9.45	3.5	70	33		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	62.5
	Soluciones Constructivas						
Separador	LMAL 300 mm						
Pared f1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		600	63	67	-	-
Pared f1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared f2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared f3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared f4	9.45	3.5	70	33		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	32.6	14.8	14.8
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	26.8	12.6	12.6
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	29.6	13.7	13.7
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	29.6	13.7	13.7

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	60	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	39	65	CUMPLE

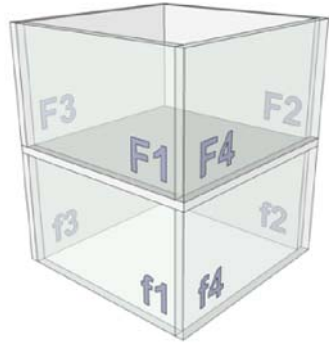
Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	58	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	-	-	-

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Proyecto	Cálculos aislamiento de forjados
Autor	César Díez Olea
Fecha	Septiembre 2019
Referencia	Forjado unidireccional con bovedilla cerámica y suelo de madera



Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	U_BC 300 mm						
Pared F1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	I _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		333	53	76	0	17
Pared F1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared F2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared F3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared F4	9.45	3.5	70	33		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido				Volumen	62.5	
	Soluciones Constructivas						
Separador	U_BC 300 mm						
Pared f1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		333	53	76	-	-
Pared f1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared f2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared f3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared f4	9.45	3.5	70	33		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	25.6	12.2	12.2
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	20.4	10.6	10.6
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	22.9	11.3	11.3
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	22.9	11.3	11.3

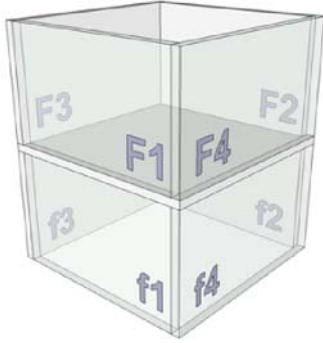
Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	51	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	57	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	49	50	NO CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	-	-	-

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Proyecto	Cálculos aislamiento de forjados	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Forjado unidireccional con bovedilla de hormigón y suelo de madera	

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	U_BH 300 mm						
Pared F1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		372	55	74	0	17
Pared F1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared F2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared F3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared F4	9.45	3.5	70	33		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido				Volumen	62.5	
	Soluciones Constructivas						
Separador	U_BH 300 mm						
Pared f1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		372	55	74	-	-
Pared f1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared f2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared f3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared f4	9.45	3.5	70	33		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso:Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	26.8	12.6	12.6
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	21.5	10.9	10.9
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	24.1	11.7	11.7
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	24.1	11.7	11.7

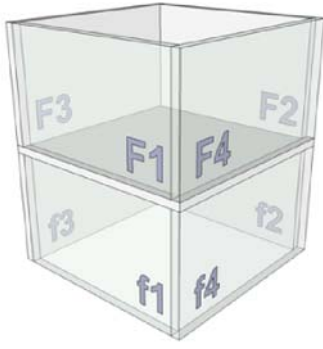
Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	52	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	56	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	51	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	-	-	-

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Proyecto	Cálculos aislamiento de forjados	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Forjado unidireccional con bovedilla de hormigón de áridos ligeros y suelo de madera	

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	U_BHA 300 mm						
Pared F1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	I _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		342	54	75	0	17
Pared F1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared F2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared F3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared F4	9.45	3.5	70	33		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	62.5
	Soluciones Constructivas						
Separador	U_BHA 300 mm						
Pared f1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		342	54	75	-	-
Pared f1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared f2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared f3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared f4	9.45	3.5	70	33		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	25.9	12.3	12.3
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	20.6	10.6	10.6
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	23.2	11.4	11.4
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	23.2	11.4	11.4

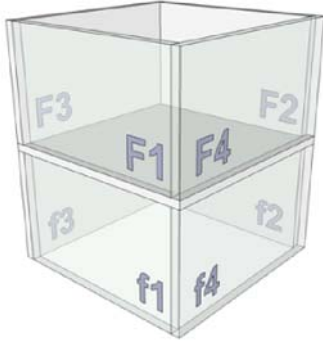
Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	51	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	57	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	50	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	-	-	-

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Proyecto	Cálculos aislamiento de forjados	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Forjado unidireccional con bovedilla de EPS y suelo de madera	

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	U_EPS moldeada-enrasada 300 mm						
Pared F1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	I _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		222	47	86	0	17
Pared F1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared F2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared F3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared F4	9.45	3.5	70	33		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	62.5
	Soluciones Constructivas						
Separador	U_EPS moldeada-enrasada 300 mm						
Pared f1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		222	47	86	-	-
Pared f1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared f2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared f3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared f4	9.45	3.5	70	33		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	21.2	10.8	10.8
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	16.4	9.6	9.6
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	18.7	10.1	10.1
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	18.7	10.1	10.1

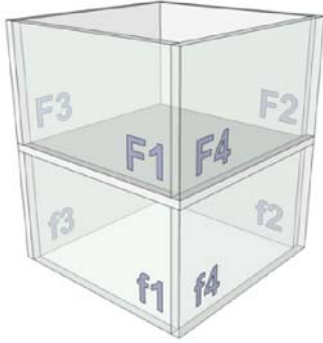
Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	45	50	NO CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	67	65	NO CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	44	50	NO CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	-	-	-

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Proyecto	Cálculos aislamiento de forjados	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Forjado reticular con bovedilla cerámica y suelo de madera	

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	R_BC 300 mm						
Pared F1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	I _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		365	55	74	0	17
Pared F1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared F2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared F3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared F4	9.45	3.5	70	33		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido				Volumen	62.5	
	Soluciones Constructivas						
Separador	R_BC 300 mm						
Pared f1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		365	55	74	-	-
Pared f1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared f2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared f3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared f4	9.45	3.5	70	33		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	26.6	12.6	12.6
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	21.3	10.8	10.8
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	23.9	11.6	11.6
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	23.9	11.6	11.6

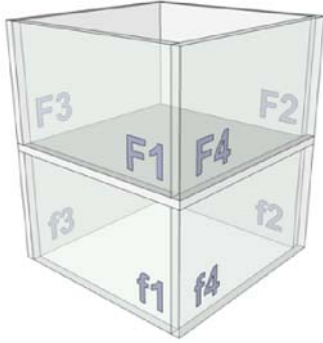
Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	52	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	56	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	51	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	-	-	-

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Proyecto	Cálculos aislamiento de forjados	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Forjado reticular con bovedilla de hormigón y suelo de madera	

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	R_BH 300 mm						
Pared F1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		385	56	73	0	17
Pared F1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared F2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared F3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared F4	9.45	3.5	70	33		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	62.5
	Soluciones Constructivas						
Separador	R_BH 300 mm						
Pared f1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		385	56	73	-	-
Pared f1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared f2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared f3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared f4	9.45	3.5	70	33		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	27.2	12.8	12.8
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	21.9	11	11
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	24.5	11.8	11.8
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	24.5	11.8	11.8

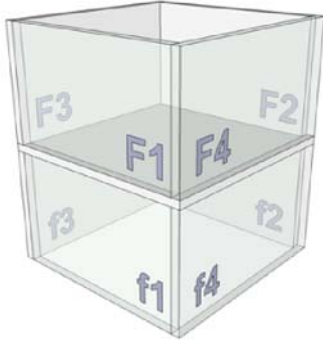
Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	53	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	55	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	52	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	-	-	-

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Proyecto	Cálculos aislamiento de forjados	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Forjado reticular con bovedilla de hormigón de áridos ligeros y suelo de madera	

Características técnicas del recinto 1							
Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	R_BHA 300 mm						
Pared F1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		369	55	74	0	17
Pared F1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared F2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared F3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared F4	9.45	3.5	70	33		-	-

Características técnicas del recinto 2							
Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	62.5
	Soluciones Constructivas						
Separador	R_BHA 300 mm						
Pared f1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		369	55	74	-	-
Pared f1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared f2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared f3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared f4	9.45	3.5	70	33		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso:Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	26.7	12.6	12.6
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	21.4	10.9	10.9
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	24	11.7	11.7
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	24	11.7	11.7

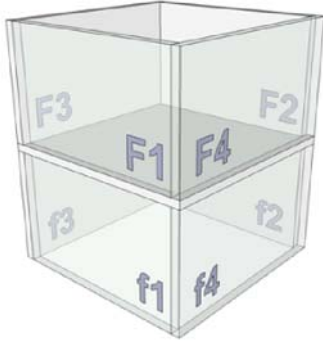
Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	52	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	56	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	51	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	-	-	-

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Proyecto	Cálculos aislamiento de forjados	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Forjado reticular con bovedilla de EPS y suelo de madera	

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	R_EPS moldeado-enrasado 300 mm						
Pared F1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		337	54	79	0	17
Pared F1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared F2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared F3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared F4	9.45	3.5	70	33		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido				Volumen	62.5	
	Soluciones Constructivas						
Separador	R_EPS moldeado-enrasado 300 mm						
Pared f1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		337	54	79	-	-
Pared f1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared f2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared f3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared f4	9.45	3.5	70	33		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	25.7	12.2	12.2
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	20.5	10.6	10.6
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	23	11.4	11.4
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	23	11.4	11.4

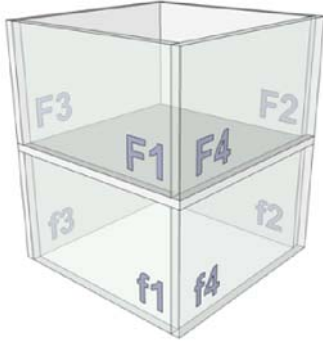
Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	51	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	61	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	50	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	-	-	-

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Proyecto	Cálculos aislamiento de forjados	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Forjado de losas alveolares sin capa de compresión y suelo de madera	

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	L_Sin capa compresion 300 mm						
Pared F1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	I _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		387	56	73	0	17
Pared F1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared F2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared F3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared F4	9.45	3.5	70	33		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	62.5
	Soluciones Constructivas						
Separador	L_Sin capa compresion 300 mm						
Pared f1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		387	56	73	-	-
Pared f1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared f2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared f3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared f4	9.45	3.5	70	33		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas , puertas y lucernarios	superficie	S (m²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	27.3	12.8	12.8
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	21.9	11	11
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	24.5	11.8	11.8
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	24.5	11.8	11.8

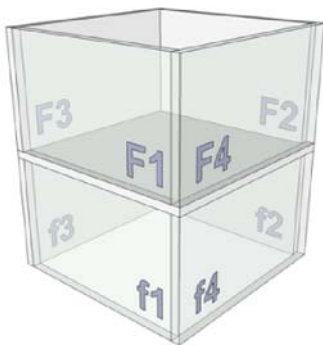
Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	53	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	55	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	52	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	-	-	-

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Proyecto	Cálculos aislamiento de forjados	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Forjado de losas alveolares con capa de compresión y suelo de madera	

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	L_Capa compresion 300 mm						
Pared F1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	I _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		459	57	71	0	17
Pared F1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared F2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared F3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared F4	9.45	3.5	70	33		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	62.5
	Soluciones Constructivas						
Separador	L_Capa compresion 300 mm						
Pared f1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		459	57	71	-	-
Pared f1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared f2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared f3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared f4	9.45	3.5	70	33		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso:Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	29.3	13.5	13.5
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	23.8	11.6	11.6
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	26.5	12.5	12.5
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	26.5	12.5	12.5

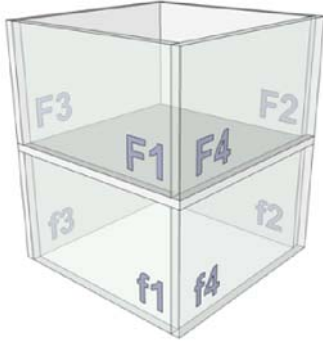
Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	54	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	53	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	53	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	-	-	-

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Proyecto	Cálculos aislamiento de forjados	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Forjado de placa maciza de hormigón convencional y suelo de madera	

Características técnicas del recinto 1							
Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	LM 300 mm						
Pared F1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		750	67	63	0	17
Pared F1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared F2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared F3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared F4	9.45	3.5	70	33		-	-

Características técnicas del recinto 2							
Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	62.5
	Soluciones Constructivas						
Separador	LM 300 mm						
Pared f1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		750	67	63	-	-
Pared f1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared f2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared f3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared f4	9.45	3.5	70	33		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	35.4	16	16
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	29.4	13.6	13.6
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	32.4	14.7	14.7
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	32.4	14.7	14.7

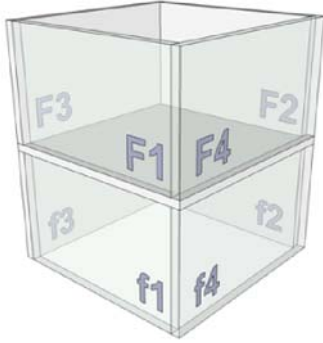
Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	62	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	46	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	61	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	-	-	-

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Proyecto	Cálculos aislamiento de forjados	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Forjado de placa maciza de hormigón con áridos ligeros y suelo de madera	

Características técnicas del recinto 1							
Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	LMAL 300 mm						
Pared F1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		600	63	67	0	17
Pared F1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared F2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared F3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared F4	9.45	3.5	70	33		-	-

Características técnicas del recinto 2							
Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	62.5
	Soluciones Constructivas						
Separador	LMAL 300 mm						
Pared f1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f2	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	16.8		600	63	67	-	-
Pared f1	12.96	4.8	55	31		-	-
Pared f2	12.96	4.8	89	36		9	-
Pared f3	9.45	3.5	70	33		9	-
Pared f4	9.45	3.5	70	33		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

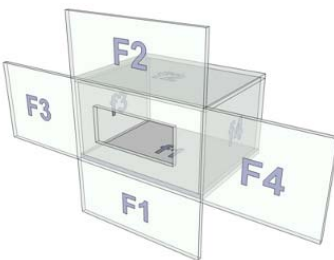
Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	32.6	14.8	14.8
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	26.8	12.6	12.6
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	29.6	13.7	13.7
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	29.6	13.7	13.7

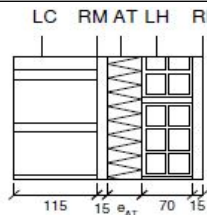
Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	59	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	49	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	58	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	-	-	-

Anexo 2.

Simulaciones en fachadas

Proyecto	Cálculo de aislamiento de fachadas	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15	



Características técnicas del recinto 1

	Soluciones Constructivas		
Sección Separador	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
Sección Flanco F1	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
Sección Flanco F2	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
Sección Flanco F3	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
Sección Flanco F4	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
	Parámetros Acústicos		
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)
Sección Separador	12.96		228
Sección Flanco F1	12.96	4.8	228
Sección Flanco F2	12.96	4.8	228
Sección Flanco F3	12.96	2.7	228
Sección Flanco F4	12.96	2.7	228

Características técnicas del recinto 2

Tipo de Recinto	Cultural, docente, administrativo y religioso Estancias	Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas		
Sección Separador	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
Suelo f1	U_BC 300 mm		
Techo f1	U_BC 300 mm		
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
	Parámetros Acústicos		
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)
Sección Separador	12.96		228
Suelo f1	16.8	4.8	333
Techo f1	16.8	4.8	333
Pared f3	9.45	2.7	70
Pared f4	9.45	2.7	70

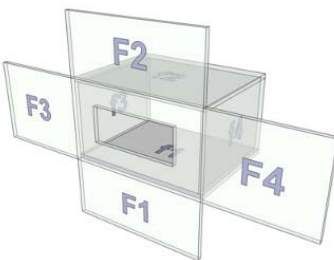
Huecos en el separador

	S (m²)	R_{Atr} (dBA)	R_A (dBA)	ΔR_{Atr} (dBA)
Ventanas , puertas y lucernarios	Hueco 1	0	-	0
	Hueco 2	0	-	0
	Hueco 3	0	-	0
	Hueco 4	0	-	0

Vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Vías de transmisión aérea	transmisión directa I	$D_{n,e1,Atr}$ (dBA)	0
	transmisión directa II	$D_{n,e2,Atr}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,Atr}$ (dBA)	0

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
fachada - suelo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	5.9	8.2	5.9
fachada - techo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	5.9	8.2	5.9
fachada - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	7.2	0	7.2
fachada - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	7.2	0	7.2

Transmisión de Ruido del exterior				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{2m,nT,Atr}$ (dBA)	44	30	CUMPLE

Proyecto	Cálculo de aislamiento de fachadas	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	LP 115 + RM + AT + YL 15	

Características técnicas del recinto 1				
	Soluciones Constructivas			
Sección Separador	LP 115 + RM + AT + YL 15 (valores mínimos)			
Sección Flanco F1	LP 115 + RM + AT + YL 15 (valores mínimos)			
Sección Flanco F2	LP 115 + RM + AT + YL 15 (valores mínimos)			
Sección Flanco F3	LP 115 + RM + AT + YL 15 (valores mínimos)			
Sección Flanco F4	LP 115 + RM + AT + YL 15 (valores mínimos)			
	Parámetros Acústicos			
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)	R_{Atr} (dBA)
Sección Separador	12.96		184	48
Sección Flanco F1	12.96	4.8	184	48
Sección Flanco F2	12.96	4.8	184	48
Sección Flanco F3	12.96	2.7	184	48
Sección Flanco F4	12.96	2.7	184	48

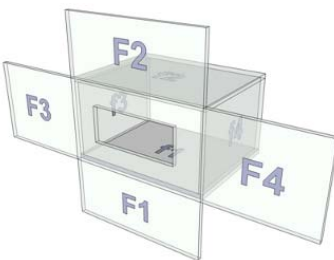
Características técnicas del recinto 2				
Tipo de Recinto	Cultural, docente, administrativo y religioso Estancias			Volumen
				45.36
	Soluciones Constructivas			
Sección Separador	LP 115 + RM + AT + YL 15 (valores mínimos)			
Suelo f1	U_BC 300 mm			
Techo f1	U_BC 300 mm			
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)			
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)			
	Parámetros Acústicos			
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)	R_{Atr} (dBA)
Sección Separador	12.96		184	48
Suelo f1	16.8	4.8	333	48
Techo f1	16.8	4.8	333	48
Pared f3	9.45	2.7	70	30
Pared f4	9.45	2.7	70	30

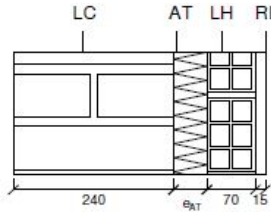
Huecos en el separador					
Ventanas , puertas y lucernarios		S (m²)	R_{Atr} (dBA)	R_A (dBA)	ΔR_{Atr} (dBA)
	Hueco 1	0	-	-	0
	Hueco 2	0	-	-	0
	Hueco 3	0	-	-	0
	Hueco 4	0	-	-	0

Vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Vías de transmisión aérea	transmisión directa I	$D_{n,e1,Atr}$ (dBA)	0
	transmisión directa II	$D_{n,e2,Atr}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,Atr}$ (dBA)	0

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
fachada - suelo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	6.1	9.7	6.1
fachada - techo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	6.1	9.7	6.1
fachada - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	6.7	0.8	6.7
fachada - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	6.7	0.8	6.7

Transmisión de Ruido del exterior				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{2m,nT,Atr}$ (dBA)	40	30	CUMPLE

Proyecto	Cálculo de aislamiento de fachadas	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	LP 240 + AT + LH 70 + Enl 15	



Características técnicas del recinto 1

	Soluciones Constructivas		
Sección Separador	LP 240 + AT + LH 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
Sección Flanco F1	LP 240 + AT + LH 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
Sección Flanco F2	LP 240 + AT + LH 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
Sección Flanco F3	LP 240 + AT + LH 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
Sección Flanco F4	LP 240 + AT + LH 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
	Parámetros Acústicos		
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)
Sección Separador	12.96		343
Sección Flanco F1	12.96	4.8	343
Sección Flanco F2	12.96	4.8	343
Sección Flanco F3	12.96	2.7	343
Sección Flanco F4	12.96	2.7	343

Características técnicas del recinto 2

Tipo de Recinto	Cultural, docente, administrativo y religioso Estancias	Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas		
Sección Separador	LP 240 + AT + LH 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
Suelo f1	U_BC 300 mm		
Techo f1	U_BC 300 mm		
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
	Parámetros Acústicos		
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)
Sección Separador	12.96		343
Suelo f1	16.8	4.8	333
Techo f1	16.8	4.8	333
Pared f3	9.45	2.7	70
Pared f4	9.45	2.7	70

Huecos en el separador

	S (m²)	R_{Atr} (dBA)	R_A (dBA)	ΔR_{Atr} (dBA)
Ventanas , puertas y lucernarios	Hueco 1	0	-	0
	Hueco 2	0	-	0
	Hueco 3	0	-	0
	Hueco 4	0	-	0

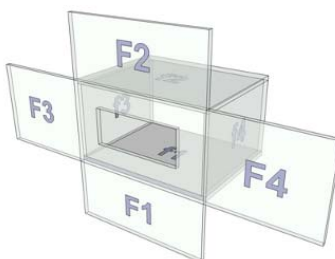
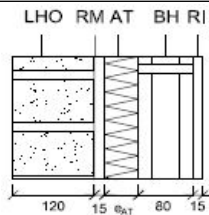
Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo en fachadas
Caso: Fachadas

Vías de transmisión aérea directa o indirecta				
Vías de transmisión aérea	transmisión directa I	$D_{n,e1,Atr}$ (dBA)	0	
	transmisión directa II	$D_{n,e2,Atr}$ (dBA)	0	
	transmisión indirecta	$D_{n,s,Atr}$ (dBA)	0	

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
fachada - suelo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	5.7	5.5	5.7
fachada - techo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	5.7	5.5	5.7
fachada - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	8.4	-1.3	8.4
fachada - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	8.4	-1.3	8.4

Transmisión de Ruido del exterior				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{2m,nT,Atr}$ (dBA)	45	30	CUMPLE

Proyecto	Cálculo de aislamiento de fachadas	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	<div>LHO AD-P 120 + RM + AT + BH 80</div> <div></div>	

Características técnicas del recinto 1

	Soluciones Constructivas		
Sección Separador	LHO AD-P 120 + RM + AT + BH 80 + Enl 15		
Sección Flanco F1	LHO AD-P 120 + RM + AT + BH 80 + Enl 15		
Sección Flanco F2	LHO AD-P 120 + RM + AT + BH 80 + Enl 15		
Sección Flanco F3	LHO AD-P 120 + RM + AT + BH 80 + Enl 15		
Sección Flanco F4	LHO AD-P 120 + RM + AT + BH 80 + Enl 15		
	Parámetros Acústicos		
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)
Sección Separador	12.96		326
Sección Flanco F1	12.96	4.8	326
Sección Flanco F2	12.96	4.8	326
Sección Flanco F3	12.96	2.7	326
Sección Flanco F4	12.96	2.7	326
			R_{Atr} (dBA)
Sección Separador			46
Sección Flanco F1			46
Sección Flanco F2			46
Sección Flanco F3			46
Sección Flanco F4			46

Características técnicas del recinto 2

Tipo de Recinto	Cultural, docente, administrativo y religioso Estancias	Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas		
Sección Separador	LHO AD-P 120 + RM + AT + BH 80 + Enl 15		
Suelo f1	U_BC 300 mm		
Techo f1	U_BC 300 mm		
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
	Parámetros Acústicos		
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)
Sección Separador	12.96		326
Suelo f1	16.8	4.8	333
Techo f1	16.8	4.8	333
Pared f3	9.45	2.7	70
Pared f4	9.45	2.7	70
			R_{Atr} (dBA)
Sección Separador			46
Suelo f1			48
Techo f1			48
Pared f3			30
Pared f4			30
			Δ R_{Atr} (dBA)
Sección Separador			-
Suelo f1			-
Techo f1			-
Pared f3			-
Pared f4			-

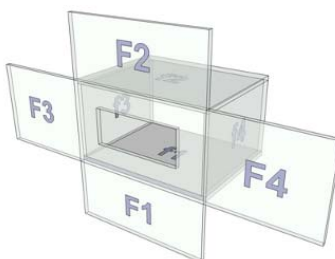
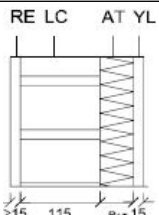
Huecos en el separador

	S (m²)	R_{Atr} (dBA)	R_A (dBA)	Δ R_{Atr} (dBA)
Ventanas , puertas y lucernarios	Hueco 1	0	-	0
	Hueco 2	0	-	0
	Hueco 3	0	-	0
	Hueco 4	0	-	0

Vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Vías de transmisión aérea	transmisión directa I	$D_{n,e1,Atr}$ (dBA)	0
	transmisión directa II	$D_{n,e2,Atr}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,Atr}$ (dBA)	0

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
fachada - suelo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	5.7	5.8	5.7
fachada - techo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	5.7	5.8	5.7
fachada - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	8.2	-1.2	8.2
fachada - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	8.2	-1.2	8.2

Transmisión de Ruido del exterior				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{2m,nT,Atr}$ (dBA)	44	30	CUMPLE

Proyecto	Cálculo de aislamiento de fachadas		
Autor	César Díez Olea		
Fecha	Septiembre 2019		
Referencia	RE + LP 115 + AT + YL 15 		

Características técnicas del recinto 1

	Soluciones Constructivas		
Sección Separador	RE + LP 115 + AT + YL 15 (valores mínimos)		
Sección Flanco F1	RE + LP 115 + AT + YL 15 (valores mínimos)		
Sección Flanco F2	RE + LP 115 + AT + YL 15 (valores mínimos)		
Sección Flanco F3	RE + LP 115 + AT + YL 15 (valores mínimos)		
Sección Flanco F4	RE + LP 115 + AT + YL 15 (valores mínimos)		
	Parámetros Acústicos		
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)
Sección Separador	12.96		157
Sección Flanco F1	12.96	4.8	157
Sección Flanco F2	12.96	4.8	157
Sección Flanco F3	12.96	2.7	157
Sección Flanco F4	12.96	2.7	157
			R_{Atr} (dBA)
Sección Separador			47
Sección Flanco F1			47
Sección Flanco F2			47
Sección Flanco F3			47
Sección Flanco F4			47

Características técnicas del recinto 2

Tipo de Recinto	Cultural, docente, administrativo y religioso Estancias	Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas		
Sección Separador	RE + LP 115 + AT + YL 15 (valores mínimos)		
Suelo f1	U_BC 300 mm		
Techo f1	U_BC 300 mm		
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
	Parámetros Acústicos		
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)
Sección Separador	12.96		157
Suelo f1	16.8	4.8	333
Techo f1	16.8	4.8	333
Pared f3	9.45	2.7	70
Pared f4	9.45	2.7	70
			R_{Atr} (dBA)
Sección Separador			47
Suelo f1			48
Techo f1			48
Pared f3			30
Pared f4			30
			Δ R_{Atr} (dBA)
Sección Separador			-
Suelo f1			-
Techo f1			-
Pared f3			-
Pared f4			-

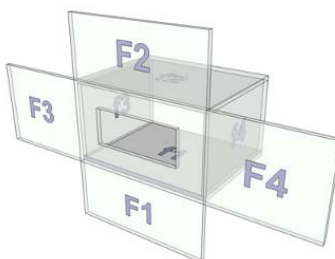
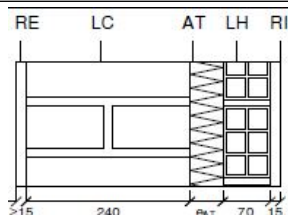
Huecos en el separador

	S (m²)	R_{Atr} (dBA)	R_A (dBA)	Δ R_{Atr} (dBA)
Ventanas , puertas y lucernarios	Hueco 1	0	-	0
	Hueco 2	0	-	0
	Hueco 3	0	-	0
	Hueco 4	0	-	0

Vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Vías de transmisión aérea	transmisión directa I	$D_{n,e1,Atr}$ (dBA)	0
	transmisión directa II	$D_{n,e2,Atr}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,Atr}$ (dBA)	0

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
fachada - suelo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	6.3	10.9	6.3
fachada - techo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	6.3	10.9	6.3
fachada - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	6.4	1.5	6.4
fachada - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	6.4	1.5	6.4

Transmisión de Ruido del exterior				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{2m,nT,Atr}$ (dBA)	44	30	CUMPLE

Proyecto	Cálculo de aislamiento de fachadas	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	<div>RE + LP 240 + AT + LH 70 + Enl 15</div> 	

Características técnicas del recinto 1

	Soluciones Constructivas		
Sección Separador	RE + LP 240 + AT + LH 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
Sección Flanco F1	RE + LP 240 + AT + LH 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
Sección Flanco F2	RE + LP 240 + AT + LH 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
Sección Flanco F3	RE + LP 240 + AT + LH 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
Sección Flanco F4	RE + LP 240 + AT + LH 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
	Parámetros Acústicos		
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)
Sección Separador	12.96		355
Sección Flanco F1	12.96	4.8	355
Sección Flanco F2	12.96	4.8	355
Sección Flanco F3	12.96	2.7	355
Sección Flanco F4	12.96	2.7	355
			R_{Atr} (dBA)
Sección Separador			49
Sección Flanco F1			49
Sección Flanco F2			49
Sección Flanco F3			49
Sección Flanco F4			49

Características técnicas del recinto 2

Tipo de Recinto	Cultural, docente, administrativo y religioso Estancias	Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas		
Sección Separador	RE + LP 240 + AT + LH 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
Suelo f1	U_BC 300 mm		
Techo f1	U_BC 300 mm		
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
	Parámetros Acústicos		
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)
Sección Separador	12.96		355
Suelo f1	16.8	4.8	333
Techo f1	16.8	4.8	333
Pared f3	9.45	2.7	70
Pared f4	9.45	2.7	70
			R_{Atr} (dBA)
Sección Separador			49
Suelo f1			48
Techo f1			48
Pared f3			30
Pared f4			30
			Δ R_{Atr} (dBA)
Sección Separador			-
Suelo f1			-
Techo f1			-
Pared f3			-
Pared f4			-

Huecos en el separador

	S (m²)	R_{Atr} (dBA)	R_A (dBA)	ΔR_{Atr} (dBA)
Ventanas , puertas y lucernarios	Hueco 1	0	-	0
	Hueco 2	0	-	0
	Hueco 3	0	-	0
	Hueco 4	0	-	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

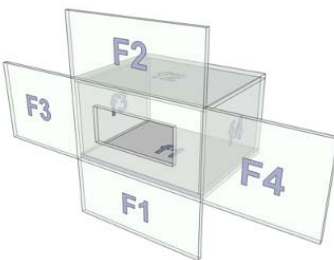
Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo en fachadas

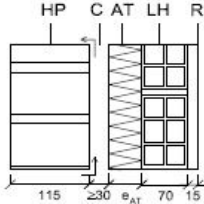
Caso: Fachadas

Vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Vías de transmisión aérea	transmisión directa I	$D_{n,e1,Atr}$ (dBA)	0
	transmisión directa II	$D_{n,e2,Atr}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,Atr}$ (dBA)	0

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
fachada - suelo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	5.7	5.3	5.7
fachada - techo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	5.7	5.3	5.7
fachada - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	8.5	-1.4	8.5
fachada - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	8.5	-1.4	8.5

Transmisión de Ruido del exterior				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{2m,nT,Atr}$ (dBA)	41	30	CUMPLE

Proyecto	Cálculo de aislamiento de fachadas	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	LP 115 + CV + AT + LH 70 + Enl 15	



Características técnicas del recinto 1

	Soluciones Constructivas		
Sección Separador	LP 115 + CV + AT + LH 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
Sección Flanco F1	LP 115 + CV + AT + LH 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
Sección Flanco F2	LP 115 + CV + AT + LH 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
Sección Flanco F3	LP 115 + CV + AT + LH 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
Sección Flanco F4	LP 115 + CV + AT + LH 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
	Parámetros Acústicos		
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)
Sección Separador	12.96		220
Sección Flanco F1	12.96	4.8	220
Sección Flanco F2	12.96	4.8	220
Sección Flanco F3	12.96	2.7	220
Sección Flanco F4	12.96	2.7	220

Características técnicas del recinto 2

Tipo de Recinto	Cultural, docente, administrativo y religioso Estancias	Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas		
Sección Separador	LP 115 + CV + AT + LH 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
Suelo f1	U_BC 300 mm		
Techo f1	U_BC 300 mm		
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
	Parámetros Acústicos		
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)
Sección Separador	12.96		220
Suelo f1	16.8	4.8	333
Techo f1	16.8	4.8	333
Pared f3	9.45	2.7	70
Pared f4	9.45	2.7	70

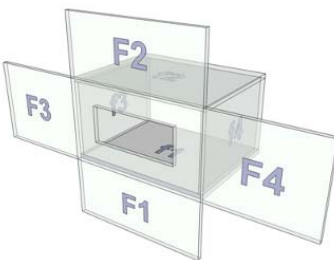
Huecos en el separador

	S (m²)	R_{Atr} (dBA)	R_A (dBA)	ΔR_{Atr} (dBA)
Ventanas , puertas y lucernarios	Hueco 1	0	-	0
	Hueco 2	0	-	0
	Hueco 3	0	-	0
	Hueco 4	0	-	0

Vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Vías de transmisión aérea	transmisión directa I	$D_{n,e1,Atr}$ (dBA)	0
	transmisión directa II	$D_{n,e2,Atr}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,Atr}$ (dBA)	0

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
fachada - suelo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	5.9	8.4	5.9
fachada - techo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	5.9	8.4	5.9
fachada - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	7.1	0.1	7.1
fachada - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	7.1	0.1	7.1

Transmisión de Ruido del exterior				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{2m,nT,Atr}$ (dBA)	43	30	CUMPLE

Proyecto	Cálculo de aislamiento de fachadas	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	LP 115 + CV + T + AT + YL 15	

Características técnicas del recinto 1				
	Soluciones Constructivas			
Sección Separador	LP 115 + CV + T + AT + YL 15 (valores mínimos)			
Sección Flanco F1	LP 115 + CV + T + AT + YL 15 (valores mínimos)			
Sección Flanco F2	LP 115 + CV + T + AT + YL 15 (valores mínimos)			
Sección Flanco F3	LP 115 + CV + T + AT + YL 15 (valores mínimos)			
Sección Flanco F4	LP 115 + CV + T + AT + YL 15 (valores mínimos)			
	Parámetros Acústicos			
	S _i (m²)	I _i (m)	m _i (kg/m²)	R _{Atr} (dBA)
Sección Separador	12.96		157	52
Sección Flanco F1	12.96	4.8	157	52
Sección Flanco F2	12.96	4.8	157	52
Sección Flanco F3	12.96	2.7	157	52
Sección Flanco F4	12.96	2.7	157	52

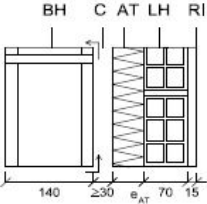
Características técnicas del recinto 2				
Tipo de Recinto	Cultural, docente, administrativo y religioso Estancias		Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas			
Sección Separador	LP 115 + CV + T + AT + YL 15 (valores mínimos)			
Suelo f1	U_BC 300 mm			
Techo f1	U_BC 300 mm			
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)			
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)			
	Parámetros Acústicos			
	S _i (m²)	I _i (m)	m _i (kg/m²)	R _{Atr} (dBA)
Sección Separador	12.96		157	52
Suelo f1	16.8	4.8	333	48
Techo f1	16.8	4.8	333	48
Pared f3	9.45	2.7	70	30
Pared f4	9.45	2.7	70	30

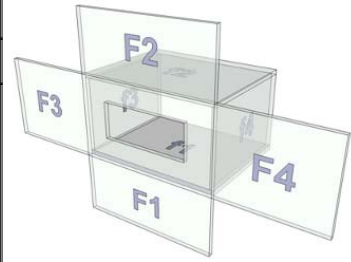
Huecos en el separador					
Ventanas , puertas y lucernarios		S (m²)	R _{Atr} (dBA)	R _A (dBA)	ΔR _{Atr} (dBA)
	Hueco 1	0	-	-	0
	Hueco 2	0	-	-	0
	Hueco 3	0	-	-	0
	Hueco 4	0	-	-	0

Vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Vías de transmisión aérea	transmisión directa I	$D_{n,e1,Atr}$ (dBA)	0
	transmisión directa II	$D_{n,e2,Atr}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,Atr}$ (dBA)	0

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
fachada - suelo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	6.3	10.9	6.3
fachada - techo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	6.3	10.9	6.3
fachada - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	6.4	1.5	6.4
fachada - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	6.4	1.5	6.4

Transmisión de Ruido del exterior				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{2m,nT,Atr}$ (dBA)	47	30	CUMPLE

Proyecto	Cálculo de aislamiento de fachadas	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	BHAD 140 + CV + AT + LH 70 + Enl 15	



Características técnicas del recinto 1

	Soluciones Constructivas		
Sección Separador	BHAD 140 + CV + AT + LH 70 + Enl 15		
Sección Flanco F1	BHAD 140 + CV + AT + LH 70 + Enl 15		
Sección Flanco F2	BHAD 140 + CV + AT + LH 70 + Enl 15		
Sección Flanco F3	BHAD 140 + CV + AT + LH 70 + Enl 15		
Sección Flanco F4	BHAD 140 + CV + AT + LH 70 + Enl 15		
	Parámetros Acústicos		
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)
Sección Separador	12.96		242
Sección Flanco F1	12.96	4.8	242
Sección Flanco F2	12.96	4.8	242
Sección Flanco F3	12.96	2.7	242
Sección Flanco F4	12.96	2.7	242

Características técnicas del recinto 2

Tipo de Recinto	Cultural, docente, administrativo y religioso Estancias	Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas		
Sección Separador	BHAD 140 + CV + AT + LH 70 + Enl 15		
Suelo f1	U_BC 300 mm		
Techo f1	U_BC 300 mm		
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
	Parámetros Acústicos		
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)
Sección Separador	12.96		242
Suelo f1	16.8	4.8	333
Techo f1	16.8	4.8	333
Pared f3	9.45	2.7	70
Pared f4	9.45	2.7	70

Huecos en el separador

	S (m²)	R_{Atr} (dBA)	R_A (dBA)	ΔR_{Atr} (dBA)
Ventanas , puertas y lucernarios	Hueco 1	0	-	0
	Hueco 2	0	-	0
	Hueco 3	0	-	0
	Hueco 4	0	-	0

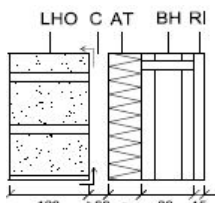
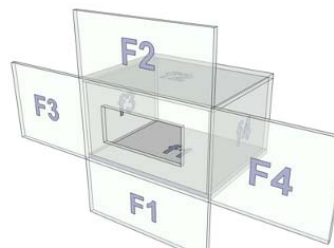
Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo en fachadas
Caso: Fachadas

Vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Vías de transmisión aérea	transmisión directa I	$D_{n,e1,Atr}$ (dBA)	0
	transmisión directa II	$D_{n,e2,Atr}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,Atr}$ (dBA)	0

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
fachada - suelo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	5.8	7.8	5.8
fachada - techo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	5.8	7.8	5.8
fachada - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	7.4	-0.2	7.4
fachada - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	7.4	-0.2	7.4

Transmisión de Ruido del exterior				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{2m,nT,Atr}$ (dBA)	42	30	CUMPLE

Proyecto	Cálculo de aislamiento de fachadas	 
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	LHO AD-P 120 + CV + AT + BH AD 80 + Enl 15	

Características técnicas del recinto 1

	Soluciones Constructivas		
Sección Separador	LHO AD-P 120 + CV + AT + BH AD 80 + Enl 15		
Sección Flanco F1	LHO AD-P 120 + CV + AT + BH AD 80 + Enl 15		
Sección Flanco F2	LHO AD-P 120 + CV + AT + BH AD 80 + Enl 15		
Sección Flanco F3	LHO AD-P 120 + CV + AT + BH AD 80 + Enl 15		
Sección Flanco F4	LHO AD-P 120 + CV + AT + BH AD 80 + Enl 15		
	Parámetros Acústicos		
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)
Sección Separador	12.96		299
Sección Flanco F1	12.96	4.8	299
Sección Flanco F2	12.96	4.8	299
Sección Flanco F3	12.96	2.7	299
Sección Flanco F4	12.96	2.7	299
			R_{Atr} (dBA)
Sección Separador			43
Sección Flanco F1			43
Sección Flanco F2			43
Sección Flanco F3			43
Sección Flanco F4			43

Características técnicas del recinto 2

Tipo de Recinto	Cultural, docente, administrativo y religioso Estancias	Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas		
Sección Separador	LHO AD-P 120 + CV + AT + BH AD 80 + Enl 15		
Suelo f1	U_BC 300 mm		
Techo f1	U_BC 300 mm		
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
	Parámetros Acústicos		
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)
Sección Separador	12.96		299
Suelo f1	16.8	4.8	333
Techo f1	16.8	4.8	333
Pared f3	9.45	2.7	70
Pared f4	9.45	2.7	70
			R_{Atr} (dBA)
Sección Separador			43
Suelo f1			48
Techo f1			48
Pared f3			30
Pared f4			30
			Δ R_{Atr} (dBA)
Sección Separador			-
Suelo f1			-
Techo f1			-
Pared f3			-
Pared f4			-

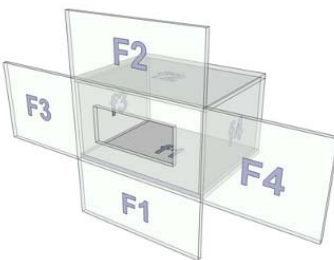
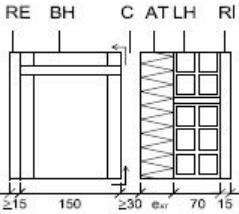
Huecos en el separador

	S (m²)	R_{Atr} (dBA)	R_A (dBA)	Δ R_{Atr} (dBA)
Ventanas , puertas y lucernarios	Hueco 1	0	-	0
	Hueco 2	0	-	0
	Hueco 3	0	-	0
	Hueco 4	0	-	0

Vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Vías de transmisión aérea	transmisión directa I	$D_{n,e1,Atr}$ (dBA)	0
	transmisión directa II	$D_{n,e2,Atr}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,Atr}$ (dBA)	0

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
fachada - suelo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	5.7	6.4	5.7
fachada - techo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	5.7	6.4	5.7
fachada - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	8	-0.9	8
fachada - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	8	-0.9	8

Transmisión de Ruido del exterior				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{2m,nT,Atr}$ (dBA)	42	30	CUMPLE

Proyecto	Cálculo de aislamiento de fachadas	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	RE + BHAD 140 + CV + AT + LH 70 + Enl 15 	

Características técnicas del recinto 1

	Soluciones Constructivas		
Sección Separador	RE + BHAD 140 + CV + AT + LH 70 + Enl 15		
Sección Flanco F1	RE + BHAD 140 + CV + AT + LH 70 + Enl 15		
Sección Flanco F2	RE + BHAD 140 + CV + AT + LH 70 + Enl 15		
Sección Flanco F3	RE + BHAD 140 + CV + AT + LH 70 + Enl 15		
Sección Flanco F4	RE + BHAD 140 + CV + AT + LH 70 + Enl 15		
	Parámetros Acústicos		
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)
Sección Separador	12.96		269
Sección Flanco F1	12.96	4.8	269
Sección Flanco F2	12.96	4.8	269
Sección Flanco F3	12.96	2.7	269
Sección Flanco F4	12.96	2.7	269
			R_{Atr} (dBA)
Sección Separador			43
Sección Flanco F1			43
Sección Flanco F2			43
Sección Flanco F3			43
Sección Flanco F4			43

Características técnicas del recinto 2

Tipo de Recinto	Cultural, docente, administrativo y religioso Estancias	Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas		
Sección Separador	RE + BHAD 140 + CV + AT + LH 70 + Enl 15		
Suelo f1	U_BC 300 mm		
Techo f1	U_BC 300 mm		
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
	Parámetros Acústicos		
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)
Sección Separador	12.96		269
Suelo f1	16.8	4.8	333
Techo f1	16.8	4.8	333
Pared f3	9.45	2.7	70
Pared f4	9.45	2.7	70
			R_{Atr} (dBA)
Sección Separador			43
Suelo f1			48
Techo f1			48
Pared f3			30
Pared f4			30
			Δ R_{Atr} (dBA)
Sección Separador			-
Suelo f1			-
Techo f1			-
Pared f3			-
Pared f4			-

Huecos en el separador

	S (m²)	R_{Atr} (dBA)	R_A (dBA)	ΔR_{Atr} (dBA)
Ventanas , puertas y lucernarios	Hueco 1	0	-	0
	Hueco 2	0	-	0
	Hueco 3	0	-	0
	Hueco 4	0	-	0


Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo en fachadas
Caso: Fachadas

Vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Vías de transmisión aérea	transmisión directa I	$D_{n,e1,Atr}$ (dBA)	0
	transmisión directa II	$D_{n,e2,Atr}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,Atr}$ (dBA)	0

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
fachada - suelo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	5.7	7.1	5.7
fachada - techo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	5.7	7.1	5.7
fachada - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	7.6	-0.6	7.6
fachada - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	7.6	-0.6	7.6

Transmisión de Ruido del exterior				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{2m,nT,Atr}$ (dBA)	42	30	CUMPLE

Proyecto	Cálculo de aislamiento de fachadas		
Autor	César Díez Olea		
Fecha	Septiembre 2019		
Referencia	RE + BHAD 140 + CV + AT + BHAD 80 + Enl 15		

Características técnicas del recinto 1

	Soluciones Constructivas			
Sección Separador	RE + BHAD 140 + CV + AT + BHAD 80 + Enl 15			
Sección Flanco F1	RE + BHAD 140 + CV + AT + BHAD 80 + Enl 15			
Sección Flanco F2	RE + BHAD 140 + CV + AT + BHAD 80 + Enl 15			
Sección Flanco F3	RE + BHAD 140 + CV + AT + BHAD 80 + Enl 15			
Sección Flanco F4	RE + BHAD 140 + CV + AT + BHAD 80 + Enl 15			
	Parámetros Acústicos			
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)	R_{Atr} (dBA)
Sección Separador	12.96		331	43
Sección Flanco F1	12.96	4.8	331	43
Sección Flanco F2	12.96	4.8	331	43
Sección Flanco F3	12.96	2.7	331	43
Sección Flanco F4	12.96	2.7	331	43

Características técnicas del recinto 2

Tipo de Recinto		Cultural, docente, administrativo y religioso Estancias			Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas					
Sección Separador	RE + BHAD 140 + CV + AT + BHAD 80 + Enl 15					
Suelo f1	U_BC 300 mm					
Techo f1	U_BC 300 mm					
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)					
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)					
	Parámetros Acústicos					
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _{Atr} (dBA)	Δ R _{Atr} (dBA)	
Sección Separador	12.96		331	43		
Suelo f1	16.8	4.8	333	48	-	
Techo f1	16.8	4.8	333	48	-	
Pared f3	9.45	2.7	70	30	-	
Pared f4	9.45	2.7	70	30	-	

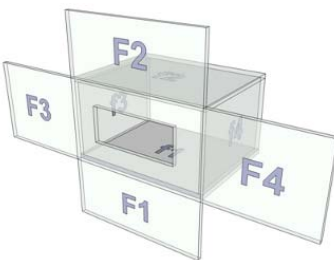
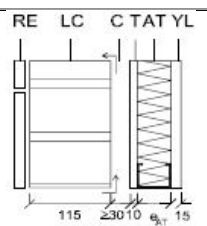
Huecos en el separador

	S (m²)	R_{Atr} (dBA)	R_A (dBA)	Δ R_{Atr} (dBA)
Ventanas , puertas y lucernarios	Hueco 1	0	-	0
	Hueco 2	0	-	0
	Hueco 3	0	-	0
	Hueco 4	0	-	0

Vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Vías de transmisión aérea	transmisión directa I	$D_{n,e1,Atr}$ (dBA)	0
	transmisión directa II	$D_{n,e2,Atr}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,Atr}$ (dBA)	0

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
fachada - suelo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	5.7	5.7	5.7
fachada - techo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	5.7	5.7	5.7
fachada - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	8.3	-1.2	8.3
fachada - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	8.3	-1.2	8.3

Transmisión de Ruido del exterior				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{2m,nT,Atr}$ (dBA)	42	30	CUMPLE

Proyecto	Cálculo de aislamiento de fachadas	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	RE + LP 115 + CV + T + AT + YL 15 	

Características técnicas del recinto 1

	Soluciones Constructivas		
Sección Separador	RE + LP 115 + CV + T + AT + YL 15 (valores mínimos)		
Sección Flanco F1	RE + LP 115 + CV + T + AT + YL 15 (valores mínimos)		
Sección Flanco F2	RE + LP 115 + CV + T + AT + YL 15 (valores mínimos)		
Sección Flanco F3	RE + LP 115 + CV + T + AT + YL 15 (valores mínimos)		
Sección Flanco F4	RE + LP 115 + CV + T + AT + YL 15 (valores mínimos)		
	Parámetros Acústicos		
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)
Sección Separador	12.96		179
Sección Flanco F1	12.96	4.8	179
Sección Flanco F2	12.96	4.8	179
Sección Flanco F3	12.96	2.7	179
Sección Flanco F4	12.96	2.7	179
			R_{Atr} (dBA)
Sección Separador			51
Sección Flanco F1			51
Sección Flanco F2			51
Sección Flanco F3			51
Sección Flanco F4			51

Características técnicas del recinto 2

Tipo de Recinto	Cultural, docente, administrativo y religioso Estancias	Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas		
Sección Separador	RE + LP 115 + CV + T + AT + YL 15 (valores mínimos)		
Suelo f1	U_BC 300 mm		
Techo f1	U_BC 300 mm		
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
	Parámetros Acústicos		
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)
Sección Separador	12.96		179
Suelo f1	16.8	4.8	333
Techo f1	16.8	4.8	333
Pared f3	9.45	2.7	70
Pared f4	9.45	2.7	70
			R_{Atr} (dBA)
Sección Separador			51
Suelo f1			48
Techo f1			48
Pared f3			30
Pared f4			30
			Δ R_{Atr} (dBA)
Sección Separador			-
Suelo f1			-
Techo f1			-
Pared f3			-
Pared f4			-

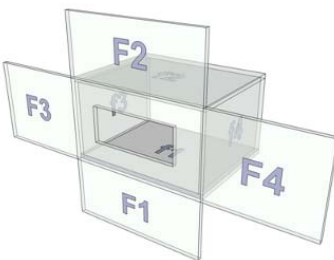
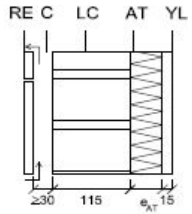
Huecos en el separador

	S (m²)	R_{Atr} (dBA)	R_A (dBA)	Δ R_{Atr} (dBA)
Ventanas , puertas y lucernarios	Hueco 1	0	-	0
	Hueco 2	0	-	0
	Hueco 3	0	-	0
	Hueco 4	0	-	0

Vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Vías de transmisión aérea	transmisión directa I	$D_{n,e1,Atr}$ (dBA)	0
	transmisión directa II	$D_{n,e2,Atr}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,Atr}$ (dBA)	0

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
fachada - suelo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	6.1	9.9	6.1
fachada - techo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	6.1	9.9	6.1
fachada - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	6.6	0.9	6.6
fachada - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	6.6	0.9	6.6

Transmisión de Ruido del exterior				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{2m,nT,Atr}$ (dBA)	47	30	CUMPLE

Proyecto	Cálculo de aislamiento de fachadas	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	RE + LP 115 + CV + T + AT + YL 15 	

Características técnicas del recinto 1

	Soluciones Constructivas		
Sección Separador	RE + LP 115 + CV + T + AT + YL 15 (valores mínimos)		
Sección Flanco F1	RE + LP 115 + CV + T + AT + YL 15 (valores mínimos)		
Sección Flanco F2	RE + LP 115 + CV + T + AT + YL 15 (valores mínimos)		
Sección Flanco F3	RE + LP 115 + CV + T + AT + YL 15 (valores mínimos)		
Sección Flanco F4	RE + LP 115 + CV + T + AT + YL 15 (valores mínimos)		
	Parámetros Acústicos		
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)
Sección Separador	12.96		179
Sección Flanco F1	12.96	4.8	179
Sección Flanco F2	12.96	4.8	179
Sección Flanco F3	12.96	2.7	179
Sección Flanco F4	12.96	2.7	179
			R_{Atr} (dBA)
Sección Separador			47
Sección Flanco F1			47
Sección Flanco F2			47
Sección Flanco F3			47
Sección Flanco F4			47

Características técnicas del recinto 2

Tipo de Recinto	Cultural, docente, administrativo y religioso Estancias	Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas		
Sección Separador	RE + LP 115 + CV + T + AT + YL 15 (valores mínimos)		
Suelo f1	U_BC 300 mm		
Techo f1	U_BC 300 mm		
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
	Parámetros Acústicos		
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)
Sección Separador	12.96		179
Suelo f1	16.8	4.8	333
Techo f1	16.8	4.8	333
Pared f3	9.45	2.7	70
Pared f4	9.45	2.7	70
			R_{Atr} (dBA)
Sección Separador			47
Suelo f1			48
Techo f1			48
Pared f3			30
Pared f4			30
			Δ R_{Atr} (dBA)
Sección Separador			-
Suelo f1			-
Techo f1			-
Pared f3			-
Pared f4			-

Huecos en el separador

	S (m²)	R_{Atr} (dBA)	R_A (dBA)	Δ R_{Atr} (dBA)
Ventanas , puertas y lucernarios	Hueco 1	0	-	0
	Hueco 2	0	-	0
	Hueco 3	0	-	0
	Hueco 4	0	-	0

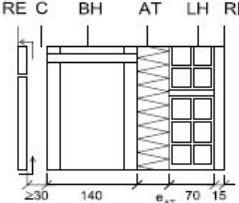
Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo en fachadas
Caso: Fachadas

Vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Vías de transmisión aérea	transmisión directa I	$D_{n,e1,Atr}$ (dBA)	0
	transmisión directa II	$D_{n,e2,Atr}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,Atr}$ (dBA)	0

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
fachada - suelo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	6.1	9.9	6.1
fachada - techo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	6.1	9.9	6.1
fachada - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	6.6	0.9	6.6
fachada - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	6.6	0.9	6.6

Transmisión de Ruido del exterior				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{2m,nT,Atr}$ (dBA)	44	30	CUMPLE

Proyecto	Cálculo de aislamiento de fachadas	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	RE + CV + BHAD 140 + AT + LH 70 + Enl 15	

Características técnicas del recinto 1

	Soluciones Constructivas		
Sección Separador	RE + CV + BHAD 140 + AT + LH 70 + Enl 15		
Sección Flanco F1	RE + CV + BHAD 140 + AT + LH 70 + Enl 15		
Sección Flanco F2	RE + CV + BHAD 140 + AT + LH 70 + Enl 15		
Sección Flanco F3	RE + CV + BHAD 140 + AT + LH 70 + Enl 15		
Sección Flanco F4	RE + CV + BHAD 140 + AT + LH 70 + Enl 15		
	Parámetros Acústicos		
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)
Sección Separador	12.96		291
Sección Flanco F1	12.96	4.8	291
Sección Flanco F2	12.96	4.8	291
Sección Flanco F3	12.96	2.7	291
Sección Flanco F4	12.96	2.7	291

Características técnicas del recinto 2

Tipo de Recinto	Cultural, docente, administrativo y religioso Estancias	Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas		
Sección Separador	RE + CV + BHAD 140 + AT + LH 70 + Enl 15		
Suelo f1	U_BC 300 mm		
Techo f1	U_BC 300 mm		
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
	Parámetros Acústicos		
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)
Sección Separador	12.96		291
Suelo f1	16.8	4.8	333
Techo f1	16.8	4.8	333
Pared f3	9.45	2.7	70
Pared f4	9.45	2.7	70

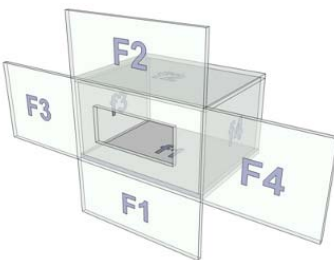
Huecos en el separador

	S (m²)	R_{Atr} (dBA)	R_A (dBA)	ΔR_{Atr} (dBA)
Ventanas , puertas y lucernarios	Hueco 1	0	-	0
	Hueco 2	0	-	0
	Hueco 3	0	-	0
	Hueco 4	0	-	0

Vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Vías de transmisión aérea	transmisión directa I	$D_{n,e1,Atr}$ (dBA)	0
	transmisión directa II	$D_{n,e2,Atr}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,Atr}$ (dBA)	0

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
fachada - suelo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	5.7	6.5	5.7
fachada - techo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	5.7	6.5	5.7
fachada - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	7.9	-0.8	7.9
fachada - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	7.9	-0.8	7.9

Transmisión de Ruido del exterior				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{2m,nT,Atr}$ (dBA)	44	30	CUMPLE

Proyecto	Cálculo de aislamiento de fachadas	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	RE + CV + BC 140 + AT + YL 15	

Características técnicas del recinto 1				
	Soluciones Constructivas			
Sección Separador	RE + CV + BC 140 + AT + YL 15 (valores mínimos)			
Sección Flanco F1	RE + CV + BC 140 + AT + YL 15 (valores mínimos)			
Sección Flanco F2	RE + CV + BC 140 + AT + YL 15 (valores mínimos)			
Sección Flanco F3	RE + CV + BC 140 + AT + YL 15 (valores mínimos)			
Sección Flanco F4	RE + CV + BC 140 + AT + YL 15 (valores mínimos)			
	Parámetros Acústicos			
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)	R_{Atr} (dBA)
Sección Separador	12.96		166	47
Sección Flanco F1	12.96	4.8	166	47
Sección Flanco F2	12.96	4.8	166	47
Sección Flanco F3	12.96	2.7	166	47
Sección Flanco F4	12.96	2.7	166	47

Características técnicas del recinto 2				
Tipo de Recinto	Cultural, docente, administrativo y religioso Estancias	Volumen	45.36	
	Soluciones Constructivas			
Sección Separador	RE + CV + BC 140 + AT + YL 15 (valores mínimos)			
Suelo f1	U_BC 300 mm			
Techo f1	U_BC 300 mm			
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)			
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)			
	Parámetros Acústicos			
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)	R_{Atr} (dBA)
Sección Separador	12.96		166	47
Suelo f1	16.8	4.8	333	48
Techo f1	16.8	4.8	333	48
Pared f3	9.45	2.7	70	30
Pared f4	9.45	2.7	70	30

Huecos en el separador					
Ventanas , puertas y lucernarios		S (m²)	R_{Atr} (dBA)	R_A (dBA)	ΔR_{Atr} (dBA)
	Hueco 1	0	-	-	0
	Hueco 2	0	-	-	0
	Hueco 3	0	-	-	0
	Hueco 4	0	-	-	0

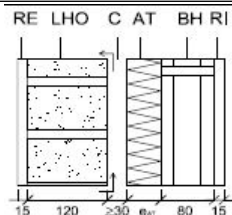
Vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Vías de transmisión aérea	transmisión directa I	$D_{n,e1,Atr}$ (dBA)	0
	transmisión directa II	$D_{n,e2,Atr}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,Atr}$ (dBA)	0

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
fachada - suelo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	6.2	10.5	6.2
fachada - techo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	6.2	10.5	6.2
fachada - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	6.5	1.2	6.5
fachada - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	6.5	1.2	6.5

Transmisión de Ruido del exterior				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{2m,nT,Atr}$ (dBA)	44	30	CUMPLE

Proyecto	Cálculo de aislamiento de fachadas		
Autor	César Díez Olea		
Fecha	Septiembre 2019		
Referencia	RE + LHO AD-P 120 + CV + AT + BHAD 80 + Enl 15		

RE LHO C AT BH RI



Características técnicas del recinto 1

	Soluciones Constructivas		
Sección Separador	RE + LHO AD-P 120 + CV + AT + BHAD 80 + Enl 15		
Sección Flanco F1	RE + LHO AD-P 120 + CV + AT + BHAD 80 + Enl 15		
Sección Flanco F2	RE + LHO AD-P 120 + CV + AT + BHAD 80 + Enl 15		
Sección Flanco F3	RE + LHO AD-P 120 + CV + AT + BHAD 80 + Enl 15		
Sección Flanco F4	RE + LHO AD-P 120 + CV + AT + BHAD 80 + Enl 15		
	Parámetros Acústicos		
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)
Sección Separador	12.96		326
Sección Flanco F1	12.96	4.8	326
Sección Flanco F2	12.96	4.8	326
Sección Flanco F3	12.96	2.7	326
Sección Flanco F4	12.96	2.7	326

Características técnicas del recinto 2

Tipo de Recinto	Cultural, docente, administrativo y religioso Estancias	Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas		
Sección Separador	RE + LHO AD-P 120 + CV + AT + BHAD 80 + Enl 15		
Suelo f1	U_BC 300 mm		
Techo f1	U_BC 300 mm		
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
	Parámetros Acústicos		
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)
Sección Separador	12.96		326
Suelo f1	16.8	4.8	333
Techo f1	16.8	4.8	333
Pared f3	9.45	2.7	70
Pared f4	9.45	2.7	70

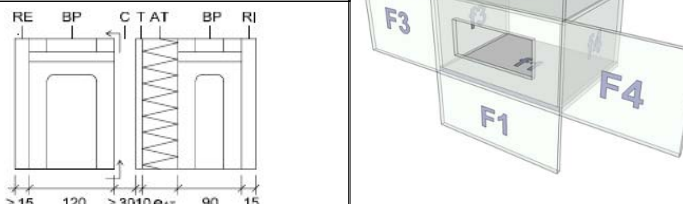
Huecos en el separador

	S (m²)	R_{Atr} (dBA)	R_A (dBA)	ΔR_{Atr} (dBA)
Ventanas , puertas y lucernarios	Hueco 1	0	-	0
	Hueco 2	0	-	0
	Hueco 3	0	-	0
	Hueco 4	0	-	0

Vías de transmisión aérea directa o indirecta				
Vías de transmisión aérea	transmisión directa I	$D_{n,e1,Atr}$ (dBA)	0	
	transmisión directa II	$D_{n,e2,Atr}$ (dBA)	0	
	transmisión indirecta	$D_{n,s,Atr}$ (dBA)	0	

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
fachada - suelo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	5.7	5.8	5.7
fachada - techo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	5.7	5.8	5.7
fachada - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	8.2	-1.2	8.2
fachada - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	8.2	-1.2	8.2

Transmisión de Ruido del exterior				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{2m,nT,Atr}$ (dBA)	42	30	CUMPLE

Proyecto	Cálculo de aislamiento de fachadas	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	RE + BP AD 120 + CV + AT + BP AD 90 + Enl 15	

Características técnicas del recinto 1

	Soluciones Constructivas		
Sección Separador	RE + BP AD 120 + CV + AT + BP AD 90 + Enl 15		
Sección Flanco F1	RE + BP AD 120 + CV + AT + BP AD 90 + Enl 15		
Sección Flanco F2	RE + BP AD 120 + CV + AT + BP AD 90 + Enl 15		
Sección Flanco F3	RE + BP AD 120 + CV + AT + BP AD 90 + Enl 15		
Sección Flanco F4	RE + BP AD 120 + CV + AT + BP AD 90 + Enl 15		
	Parámetros Acústicos		
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)
Sección Separador	12.96		296
Sección Flanco F1	12.96	4.8	296
Sección Flanco F2	12.96	4.8	296
Sección Flanco F3	12.96	2.7	296
Sección Flanco F4	12.96	2.7	296
			R_{Atr} (dBA)
Sección Separador			42
Sección Flanco F1			42
Sección Flanco F2			42
Sección Flanco F3			42
Sección Flanco F4			42

Características técnicas del recinto 2

Tipo de Recinto	Cultural, docente, administrativo y religioso Estancias	Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas		
Sección Separador	RE + BP AD 120 + CV + AT + BP AD 90 + Enl 15		
Suelo f1	U_BC 300 mm		
Techo f1	U_BC 300 mm		
Pared f3	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
Pared f4	Enl 15 + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)		
	Parámetros Acústicos		
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)
Sección Separador	12.96		296
Suelo f1	16.8	4.8	333
Techo f1	16.8	4.8	333
Pared f3	9.45	2.7	70
Pared f4	9.45	2.7	70
			R_{Atr} (dBA)
Sección Separador			42
Suelo f1			48
Techo f1			48
Pared f3			30
Pared f4			30
			Δ R_{Atr} (dBA)
Sección Separador			-
Suelo f1			-
Techo f1			-
Pared f3			-
Pared f4			-

Huecos en el separador

	S (m²)	R_{Atr} (dBA)	R_A (dBA)	ΔR_{Atr} (dBA)
Ventanas , puertas y lucernarios	Hueco 1	0	-	0
	Hueco 2	0	-	0
	Hueco 3	0	-	0
	Hueco 4	0	-	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo en fachadas
Caso: Fachadas

Vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Vías de transmisión aérea	transmisión directa I	$D_{n,e1,Atr}$ (dBA)	0
	transmisión directa II	$D_{n,e2,Atr}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,Atr}$ (dBA)	0

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
fachada - suelo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	5.7	6.4	5.7
fachada - techo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	5.7	6.4	5.7
fachada - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	7.9	-0.9	7.9
fachada - pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	7.9	-0.9	7.9

Transmisión de Ruido del exterior				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{2m,nT,Atr}$ (dBA)	41	30	CUMPLE

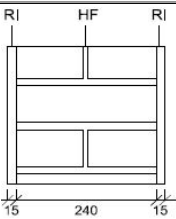
Anexo 3.

Simulaciones en particiones verticales

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

Proyecto	Cálculos de aislamiento de particiones verticales	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Enl 15 + LP 240 + Enl 15 Sin Trasdosado	

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	Enl 15 + LP 240 + Enl 15 (valores medios)						
Suelo F1	U_BC 300 mm						
Techo F2	U_BC 300 mm						
Pared F3	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LHO AD-P 110 + AT + LHO AD-P 110 + Enl 15						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	9.45		313	50	-	-	
Suelo F1	12.96	3.5	333	53	76	-	-
Techo F2	12.96	3.5	333	53	76	-	-
Pared F3	9.45	2.7	228	50		-	-
Pared F4	9.45	2.7	329	48		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	Enl 15 + LP 240 + Enl 15 (valores medios)						
Suelo f1	U_BC 300 mm						
Techo f2	U_BC 300 mm						
Pared f3	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LHO AD-P 110 + AT + LHO AD-P 110 + Enl 15						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	9.45		313	50	-	-	
Suelo f1	16.8	3.5	333	53	76	-	-
Techo f2	16.8	3.5	333	53	76	-	-
Pared f3	12.96	2.7	228	50		-	-
Pared f4	12.96	2.7	329	48		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas , puertas y lucernarios	superficie	S (m²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	D_{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D_{n,s,A} (dBA)	0

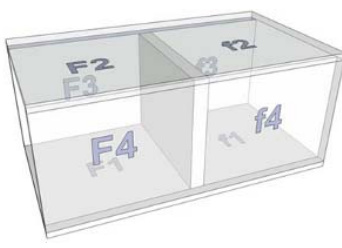
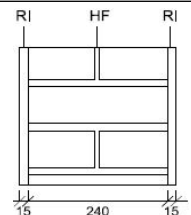
Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Suelo	Unión rígida en + de elementos homogéneos	8.2	8.7	8.7
Separador - Techo	Unión rígida en + de elementos homogéneos	8.2	8.7	8.7
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	11.2	8.8	8.8
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	8.3	8.7	8.7

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	50	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	64	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	50	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	63	65	CUMPLE

Proyecto	Cálculos de aislamiento de particiones verticales		
Autor	César Díez Olea		
Fecha	Septiembre 2019		
Referencia	<div>Enl 15 + LP 240 + Enl 15</div> <div>Con Trasdosado</div> <div></div>		

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	Enl 15 + LP 240 + Enl 15 (valores medios)						
Suelo F1	U_BC 300 mm						
Techo F2	U_BC 300 mm						
Pared F3	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LHO AD-P 110 + AT + LHO AD-P 110 + Enl 15						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	9.45		313	50	-	8	
Suelo F1	12.96	3.5	333	53	76	-	-
Techo F2	12.96	3.5	333	53	76	-	-
Pared F3	9.45	2.7	228	50		-	-
Pared F4	9.45	2.7	329	48		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	Enl 15 + LP 240 + Enl 15 (valores medios)						
Suelo f1	U_BC 300 mm						
Techo f2	U_BC 300 mm						
Pared f3	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LHO AD-P 110 + AT + LHO AD-P 110 + Enl 15						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	9.45		313	50	-	8	
Suelo f1	16.8	3.5	333	53	76	-	-
Techo f2	16.8	3.5	333	53	76	-	-
Pared f3	12.96	2.7	228	50		-	-
Pared f4	12.96	2.7	329	48		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas , puertas y lucernarios	superficie	S (m²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	D_{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D_{n,s,A} (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Suelo	Unión rígida en + de elementos homogéneos	8.2	8.7	8.7
Separador - Techo	Unión rígida en + de elementos homogéneos	8.2	8.7	8.7
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	11.2	8.8	8.8
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	8.3	8.7	8.7

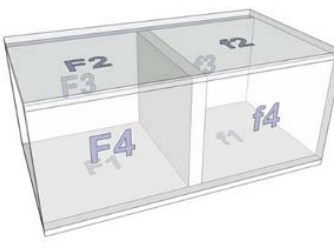
Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	58	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	61	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	58	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	60	65	CUMPLE

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

Proyecto	Cálculos de aislamiento de particiones verticales	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Enl 15 + BC 240 + Enl 15 Sin Trasdosado	

Características técnicas del recinto 1							
Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	Enl 15 + BC 240 + Enl 15 (valores mínimos)						
Suelo F1	U_BC 300 mm						
Techo F2	U_BC 300 mm						
Pared F3	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LHO AD-P 110 + AT + LHO AD-P 110 + Enl 15						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	9.45		234	50	-	-	
Suelo F1	12.96	3.5	333	53	76	-	-
Techo F2	12.96	3.5	333	53	76	-	-
Pared F3	9.45	2.7	228	50		-	-
Pared F4	9.45	2.7	329	48		-	-

Características técnicas del recinto 2							
Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	Enl 15 + BC 240 + Enl 15 (valores mínimos)						
Suelo f1	U_BC 300 mm						
Techo f2	U_BC 300 mm						
Pared f3	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LHO AD-P 110 + AT + LHO AD-P 110 + Enl 15						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	9.45		234	50	-	-	
Suelo f1	16.8	3.5	333	53	76	-	-
Techo f2	16.8	3.5	333	53	76	-	-
Pared f3	12.96	2.7	228	50		-	-
Pared f4	12.96	2.7	329	48		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas , puertas y lucernarios	superficie	S (m²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	D_{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D_{n,s,A} (dBA)	0

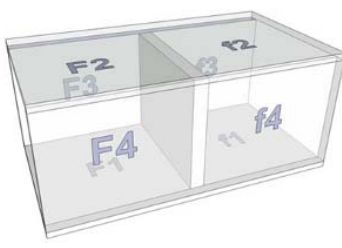
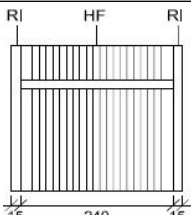
Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso:Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Suelo	Unión rígida en + de elementos homogéneos	6.2	8.8	8.8
Separador - Techo	Unión rígida en + de elementos homogéneos	6.2	8.8	8.8
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	8.9	8.7	8.7
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	6.3	8.8	8.8

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	50	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	65	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	50	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	64	65	CUMPLE

Proyecto	Cálculos de aislamiento de particiones verticales		
Autor	César Díez Olea		
Fecha	Septiembre 2019		
Referencia	<div>Enl 15 + BC 240 + Enl 15</div> <div>Con Trasdosado</div> <div></div>		

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	Enl 15 + BC 240 + Enl 15 (valores mínimos)						
Suelo F1	U_BC 300 mm						
Techo F2	U_BC 300 mm						
Pared F3	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LHO AD-P 110 + AT + LHO AD-P 110 + Enl 15						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	9.45		234	50	-	10	
Suelo F1	12.96	3.5	333	53	76	-	-
Techo F2	12.96	3.5	333	53	76	-	-
Pared F3	9.45	2.7	228	50		-	-
Pared F4	9.45	2.7	329	48		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	Enl 15 + BC 240 + Enl 15 (valores mínimos)						
Suelo f1	U_BC 300 mm						
Techo f2	U_BC 300 mm						
Pared f3	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LHO AD-P 110 + AT + LHO AD-P 110 + Enl 15						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	9.45		234	50	-	10	
Suelo f1	16.8	3.5	333	53	76	-	-
Techo f2	16.8	3.5	333	53	76	-	-
Pared f3	12.96	2.7	228	50		-	-
Pared f4	12.96	2.7	329	48		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas , puertas y lucernarios	superficie	S (m²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	D_{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D_{n,s,A} (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Suelo	Unión rígida en + de elementos homogéneos	6.2	8.8	8.8
Separador - Techo	Unión rígida en + de elementos homogéneos	6.2	8.8	8.8
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	8.9	8.7	8.7
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	6.3	8.8	8.8

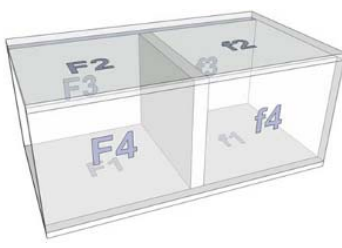
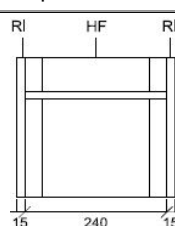
Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	57	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	63	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	57	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	62	65	CUMPLE

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

Proyecto	Cálculos de aislamiento de particiones verticales		
Autor	César Díez Olea		
Fecha	Septiembre 2019		
Referencia	<div>Enl 15 + BCHAD 240 + Enl 15</div> <div>Sin Trasdosado</div> <div></div>		

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	Enl 15 + BHAD 240 + Enl 15						
Suelo F1	U_BC 300 mm						
Techo F2	U_BC 300 mm						
Pared F3	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LHO AD-P 110 + AT + LHO AD-P 110 + Enl 15						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	I _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	9.45		294	52	-	-	
Suelo F1	12.96	3.5	333	53	76	-	-
Techo F2	12.96	3.5	333	53	76	-	-
Pared F3	9.45	2.7	228	50		-	-
Pared F4	9.45	2.7	329	48		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	Enl 15 + BHAD 240 + Enl 15						
Suelo f1	U_BC 300 mm						
Techo f2	U_BC 300 mm						
Pared f3	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LHO AD-P 110 + AT + LHO AD-P 110 + Enl 15						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	9.45		294	52	-	-	
Suelo f1	16.8	3.5	333	53	76	-	-
Techo f2	16.8	3.5	333	53	76	-	-
Pared f3	12.96	2.7	228	50		-	-
Pared f4	12.96	2.7	329	48		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas , puertas y lucernarios	superficie	S (m²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	D_{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D_{n,s,A} (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso:Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Suelo	Unión rígida en + de elementos homogéneos	7.8	8.7	8.7
Separador - Techo	Unión rígida en + de elementos homogéneos	7.8	8.7	8.7
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	10.7	8.8	8.8
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	7.9	8.7	8.7

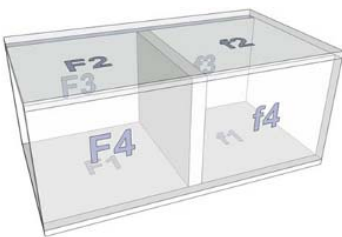
Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	52	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	64	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	52	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	63	65	CUMPLE

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

Proyecto	Cálculos de aislamiento de particiones verticales	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Enl 15 + BCHAD 240 + Enl 15 Con Trasdosado	

Características técnicas del recinto 1							
Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	Enl 15 + BHAD 240 + Enl 15						
Suelo F1	U_BC 300 mm						
Techo F2	U_BC 300 mm						
Pared F3	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LHO AD-P 110 + AT + LHO AD-P 110 + Enl 15						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	9.45		294	52	-	9	
Suelo F1	12.96	3.5	333	53	76	-	-
Techo F2	12.96	3.5	333	53	76	-	-
Pared F3	9.45	2.7	228	50		-	-
Pared F4	9.45	2.7	329	48		-	-

Características técnicas del recinto 2							
Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	Enl 15 + BHAD 240 + Enl 15						
Suelo f1	U_BC 300 mm						
Techo f2	U_BC 300 mm						
Pared f3	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LHO AD-P 110 + AT + LHO AD-P 110 + Enl 15						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	9.45		294	52	-	9	
Suelo f1	16.8	3.5	333	53	76	-	-
Techo f2	16.8	3.5	333	53	76	-	-
Pared f3	12.96	2.7	228	50		-	-
Pared f4	12.96	2.7	329	48		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas , puertas y lucernarios	superficie	S (m²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	D_{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D_{n,s,A} (dBA)	0

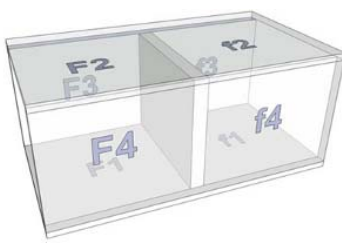
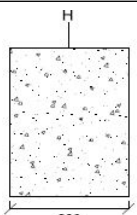
Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Suelo	Unión rígida en + de elementos homogéneos	7.8	8.7	8.7
Separador - Techo	Unión rígida en + de elementos homogéneos	7.8	8.7	8.7
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	10.7	8.8	8.8
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	7.9	8.7	8.7

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	58	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	61	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	58	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	60	65	CUMPLE

Proyecto	Cálculos de aislamiento de particiones verticales		
Autor	César Díez Olea		
Fecha	Septiembre 2019		
Referencia	H 160 Sin Trasdosado		

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	H 160						
Suelo F1	U_BC 300 mm						
Techo F2	U_BC 300 mm						
Pared F3	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LHO AD-P 110 + AT + LHO AD-P 110 + Enl 15						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	9.45		400	57	-	-	
Suelo F1	12.96	3.5	333	53	76	-	-
Techo F2	12.96	3.5	333	53	76	-	-
Pared F3	9.45	2.7	228	50		-	-
Pared F4	9.45	2.7	329	48		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	H 160						
Suelo f1	U_BC 300 mm						
Techo f2	U_BC 300 mm						
Pared f3	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LHO AD-P 110 + AT + LHO AD-P 110 + Enl 15						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	9.45		400	57	-	-	
Suelo f1	16.8	3.5	333	53	76	-	-
Techo f2	16.8	3.5	333	53	76	-	-
Pared f3	12.96	2.7	228	50		-	-
Pared f4	12.96	2.7	329	48		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas , puertas y lucernarios	superficie	S (m²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	D_{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D_{n,s,A} (dBA)	0

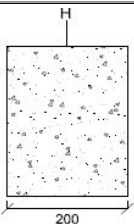
Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso:Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Suelo	Unión rígida en + de elementos homogéneos	10.1	8.7	8.7
Separador - Techo	Unión rígida en + de elementos homogéneos	10.1	8.7	8.7
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	13.2	9	9
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	10.2	8.7	8.7

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	56	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	61	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	56	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	60	65	CUMPLE

Proyecto	Cálculos de aislamiento de particiones verticales	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	H 160 Con Trasdosado	

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	H 160						
Suelo F1	U_BC 300 mm						
Techo F2	U_BC 300 mm						
Pared F3	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LHO AD-P 110 + AT + LHO AD-P 110 + Enl 15						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	I _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	9.45		400	57	-	7	
Suelo F1	12.96	3.5	333	53	76	-	-
Techo F2	12.96	3.5	333	53	76	-	-
Pared F3	9.45	2.7	228	50		-	-
Pared F4	9.45	2.7	329	48		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	H 160						
Suelo f1	U_BC 300 mm						
Techo f2	U_BC 300 mm						
Pared f3	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LHO AD-P 110 + AT + LHO AD-P 110 + Enl 15						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	9.45		400	57	-	7	
Suelo f1	16.8	3.5	333	53	76	-	-
Techo f2	16.8	3.5	333	53	76	-	-
Pared f3	12.96	2.7	228	50		-	-
Pared f4	12.96	2.7	329	48		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas , puertas y lucernarios	superficie	S (m²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	D_{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D_{n,s,A} (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

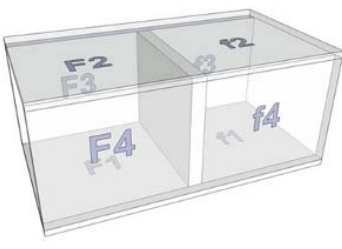
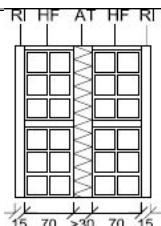
Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Suelo	Unión rígida en + de elementos homogéneos	10.1	8.7	8.7
Separador - Techo	Unión rígida en + de elementos homogéneos	10.1	8.7	8.7
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	13.2	9	9
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	10.2	8.7	8.7

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	60	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	59	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	60	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	58	65	CUMPLE

Proyecto	Cálculos de aislamiento de particiones verticales	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Enl 15 + LH 70 + AT + LH 70 + Enl 15 Sin Trasdoso 	

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	Enl 15 + LH 70 + AT + LH 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Suelo F1	U_BC 300 mm						
Techo F2	U_BC 300 mm						
Pared F3	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LHO AD-P 110 + AT + LHO AD-P 110 + Enl 15						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	I _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	9.45		130	44	-	-	
Suelo F1	12.96	3.5	333	53	76	-	-
Techo F2	12.96	3.5	333	53	76	-	-
Pared F3	9.45	2.7	228	50		-	-
Pared F4	9.45	2.7	329	48		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	Enl 15 + LH 70 + AT + LH 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Suelo f1	U_BC 300 mm						
Techo f2	U_BC 300 mm						
Pared f3	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LHO AD-P 110 + AT + LHO AD-P 110 + Enl 15						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	9.45		130	44	-	-	
Suelo f1	16.8	3.5	333	53	76	-	-
Techo f2	16.8	3.5	333	53	76	-	-
Pared f3	12.96	2.7	228	50		-	-
Pared f4	12.96	2.7	329	48		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas , puertas y lucernarios	superficie	S (m²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	D_{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D_{n,s,A} (dBA)	0

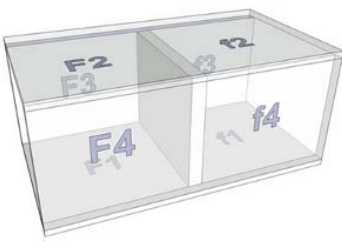
Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso:Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Suelo	Unión rígida en + de elementos homogéneos	2.7	9.7	9.7
Separador - Techo	Unión rígida en + de elementos homogéneos	2.7	9.7	9.7
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	4.9	9	9
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	2.7	9.6	9.6

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	45	50	NO CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	68	65	NO CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	45	50	NO CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	67	65	NO CUMPLE

Proyecto	Cálculos de aislamiento de particiones verticales	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Enl 15 + LH 70 + AT + LH 70 + Enl 15 Con Trasdoso	

Características técnicas del recinto 1							
Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	Enl 15 + LH 70 + AT + LH 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Suelo F1	U_BC 300 mm						
Techo F2	U_BC 300 mm						
Pared F3	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LHO AD-P 110 + AT + LHO AD-P 110 + Enl 15						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	9.45		130	44	-	15	
Suelo F1	12.96	3.5	333	53	76	-	-
Techo F2	12.96	3.5	333	53	76	-	-
Pared F3	9.45	2.7	228	50		-	-
Pared F4	9.45	2.7	329	48		-	-

Características técnicas del recinto 2							
Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	Enl 15 + LH 70 + AT + LH 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Suelo f1	U_BC 300 mm						
Techo f2	U_BC 300 mm						
Pared f3	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LHO AD-P 110 + AT + LHO AD-P 110 + Enl 15						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	9.45		130	44	-	15	
Suelo f1	16.8	3.5	333	53	76	-	-
Techo f2	16.8	3.5	333	53	76	-	-
Pared f3	12.96	2.7	228	50		-	-
Pared f4	12.96	2.7	329	48		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas , puertas y lucernarios	superficie	S (m²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	D_{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D_{n,s,A} (dBA)	0

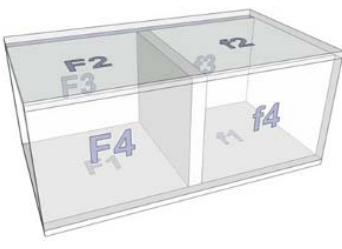
Documento Básico HR Protección frente al ruido

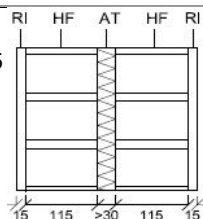
Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso:Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Suelo	Unión rígida en + de elementos homogéneos	2.7	9.7	9.7
Separador - Techo	Unión rígida en + de elementos homogéneos	2.7	9.7	9.7
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	4.9	9	9
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	2.7	9.6	9.6

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	54	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	66	65	NO CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	54	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	65	65	CUMPLE

Proyecto	Cálculos de aislamiento de particiones verticales	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Enl 15 + LH 115 + AT + LH 115 + Enl 15 Sin Trasdoso	



Características técnicas del recinto 1								
Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36	
	Soluciones Constructivas							
Separador	Enl 15 + LH 115 + AT + LH 115 + Enl 15 (valores mínimos)							
Suelo F1	U_BC 300 mm							
Techo F2	U_BC 300 mm							
Pared F3	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)							
Pared F4	Enl 15 + LHO AD-P 110 + AT + LHO AD-P 110 + Enl 15							
	Parámetros Acústicos							
	S _i (m²)	I _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)	
	Separador	9.45		230	46	-	-	
	Suelo F1	12.96	3.5	333	53	76	-	-
	Techo F2	12.96	3.5	333	53	76	-	-
	Pared F3	9.45	2.7	228	50		-	-
	Pared F4	9.45	2.7	329	48		-	-

Características técnicas del recinto 2							
Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	Enl 15 + LH 115 + AT + LH 115 + Enl 15 (valores mínimos)						
Suelo f1	U_BC 300 mm						
Techo f2	U_BC 300 mm						
Pared f3	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LHO AD-P 110 + AT + LHO AD-P 110 + Enl 15						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	9.45		230	46	-	-	
Suelo f1	16.8	3.5	333	53	76	-	-
Techo f2	16.8	3.5	333	53	76	-	-
Pared f3	12.96	2.7	228	50		-	-
Pared f4	12.96	2.7	329	48		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas , puertas y lucernarios	superficie	S (m²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	D_{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D_{n,s,A} (dBA)	0

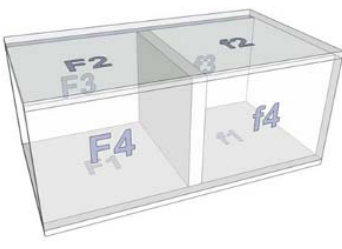
Documento Básico HR Protección frente al ruido

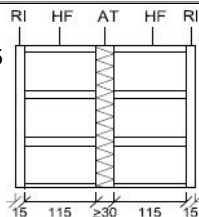
Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Suelo	Unión rígida en + de elementos homogéneos	6.1	8.8	8.8
Separador - Techo	Unión rígida en + de elementos homogéneos	6.1	8.8	8.8
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	8.8	8.7	8.7
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	6.2	8.8	8.8

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	47	50	NO CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	66	65	NO CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	47	50	NO CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	65	65	CUMPLE

Proyecto	Cálculos de aislamiento de particiones verticales	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Enl 15 + LH 115 + AT + LH 115 + Enl 15 Con Trasdoso	



Características técnicas del recinto 1							
Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	Enl 15 + LH 115 + AT + LH 115 + Enl 15 (valores mínimos)						
Suelo F1	U_BC 300 mm						
Techo F2	U_BC 300 mm						
Pared F3	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LHO AD-P 110 + AT + LHO AD-P 110 + Enl 15						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	9.45		230	46	-	10	
Suelo F1	12.96	3.5	333	53	76	-	-
Techo F2	12.96	3.5	333	53	76	-	-
Pared F3	9.45	2.7	228	50		-	-
Pared F4	9.45	2.7	329	48		-	-

Características técnicas del recinto 2							
Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	Enl 15 + LH 115 + AT + LH 115 + Enl 15 (valores mínimos)						
Suelo f1	U_BC 300 mm						
Techo f2	U_BC 300 mm						
Pared f3	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LHO AD-P 110 + AT + LHO AD-P 110 + Enl 15						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	9.45		230	46	-	10	
Suelo f1	16.8	3.5	333	53	76	-	-
Techo f2	16.8	3.5	333	53	76	-	-
Pared f3	12.96	2.7	228	50		-	-
Pared f4	12.96	2.7	329	48		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas , puertas y lucernarios	superficie	S (m²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	D_{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D_{n,s,A} (dBA)	0

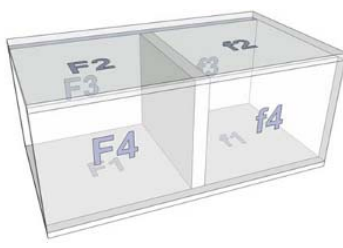
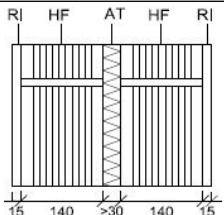
Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Suelo	Unión rígida en + de elementos homogéneos	6.1	8.8	8.8
Separador - Techo	Unión rígida en + de elementos homogéneos	6.1	8.8	8.8
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	8.8	8.7	8.7
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	6.2	8.8	8.8

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	56	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	63	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	56	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	62	65	CUMPLE

Proyecto	Cálculos de aislamiento de particiones verticales		
Autor	César Díez Olea		
Fecha	Septiembre 2019		
Referencia	<div>Enl 15 + BC 140 + AT + BC 140 + Enl 15 Sin Trasdosado</div> <div></div>		

Características técnicas del recinto 1

Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	Enl 15 + BC 140 + AT + BC 140 + Enl 15 (valores mínimos)						
Suelo F1	U_BC 300 mm						
Techo F2	U_BC 300 mm						
Pared F3	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LHO AD-P 110 + AT + LHO AD-P 110 + Enl 15						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	9.45		224	47	-	-	
Suelo F1	12.96	3.5	333	53	76	-	-
Techo F2	12.96	3.5	333	53	76	-	-
Pared F3	9.45	2.7	228	50		-	-
Pared F4	9.45	2.7	329	48		-	-

Características técnicas del recinto 2

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	Enl 15 + BC 140 + AT + BC 140 + Enl 15 (valores mínimos)						
Suelo f1	U_BC 300 mm						
Techo f2	U_BC 300 mm						
Pared f3	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LHO AD-P 110 + AT + LHO AD-P 110 + Enl 15						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	9.45		224	47	-	-	
Suelo f1	16.8	3.5	333	53	76	-	-
Techo f2	16.8	3.5	333	53	76	-	-
Pared f3	12.96	2.7	228	50		-	-
Pared f4	12.96	2.7	329	48		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta

Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

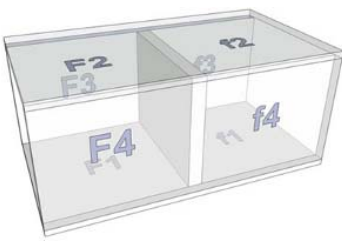
Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.

Caso: Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Suelo	Unión rígida en + de elementos homogéneos	5.9	8.9	8.9
Separador - Techo	Unión rígida en + de elementos homogéneos	5.9	8.9	8.9
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	8.6	8.7	8.7
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	6	8.9	8.9

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	48	50	NO CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	66	65	NO CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	48	50	NO CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	65	65	CUMPLE

Proyecto	Cálculos de aislamiento de particiones verticales	
Autor	César Díez Olea	
Fecha	Septiembre 2019	
Referencia	Enl 15 + BC 140 + AT + BC 140 + Enl 15 Con Trasdoso	

Características técnicas del recinto 1								
Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36	
	Soluciones Constructivas							
Separador	Enl 15 + BC 140 + AT + BC 140 + Enl 15 (valores mínimos)							
Suelo F1	U_BC 300 mm							
Techo F2	U_BC 300 mm							
Pared F3	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)							
Pared F4	Enl 15 + LHO AD-P 110 + AT + LHO AD-P 110 + Enl 15							
	Parámetros Acústicos							
	S _i (m²)	I _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)	
	Separador	9.45		224	47	-	10	
	Suelo F1	12.96	3.5	333	53	76	-	-
	Techo F2	12.96	3.5	333	53	76	-	-
	Pared F3	9.45	2.7	228	50		-	-
	Pared F4	9.45	2.7	329	48		-	-

Características técnicas del recinto 2							
Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	Enl 15 + BC 140 + AT + BC 140 + Enl 15 (valores mínimos)						
Suelo f1	U_BC 300 mm						
Techo f2	U_BC 300 mm						
Pared f3	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LHO AD-P 110 + AT + LHO AD-P 110 + Enl 15						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i ⁺ (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	9.45		224	47	-	10	
Suelo f1	16.8	3.5	333	53	76	-	-
Techo f2	16.8	3.5	333	53	76	-	-
Pared f3	12.96	2.7	228	50		-	-
Pared f4	12.96	2.7	329	48		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

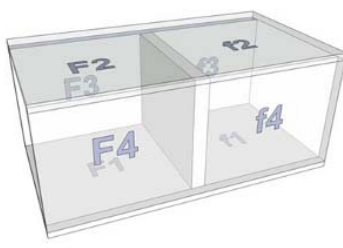
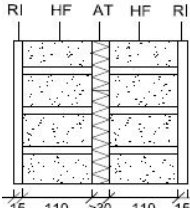
Documento Básico HR Protección frente al ruido

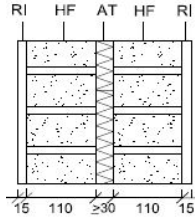
Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Suelo	Unión rígida en + de elementos homogéneos	5.9	8.9	8.9
Separador - Techo	Unión rígida en + de elementos homogéneos	5.9	8.9	8.9
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	8.6	8.7	8.7
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	6	8.9	8.9

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	56	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	63	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	56	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	62	65	CUMPLE

Proyecto	Cálculos de aislamiento de particiones verticales		
Autor	César Díez Olea		
Fecha	Septiembre 2019		
Referencia	<div>Enl 15 + LHO AD-P 110 + AT + LHO AD-P 110 + Enl 15 Sin Trasdosado</div> <div></div>		



Características técnicas del recinto 1							
Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	Enl 15 + LHO AD-P 110 + AT + LHO AD-P 110 + Enl 15						
Suelo F1	U_BC 300 mm						
Techo F2	U_BC 300 mm						
Pared F3	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LHO AD-P 110 + AT + LHO AD-P 110 + Enl 15						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	I _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	9.45		329	48	-	-	
Suelo F1	12.96	3.5	333	53	76	-	-
Techo F2	12.96	3.5	333	53	76	-	-
Pared F3	9.45	2.7	228	50		-	-
Pared F4	9.45	2.7	329	48		-	-

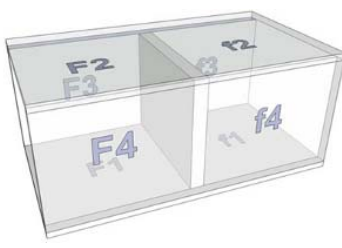
Características técnicas del recinto 2							
Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	Enl 15 + LHO AD-P 110 + AT + LHO AD-P 110 + Enl 15						
Suelo f1	U_BC 300 mm						
Techo f2	U_BC 300 mm						
Pared f3	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared f4	Enl 15 + LHO AD-P 110 + AT + LHO AD-P 110 + Enl 15						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i ' (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	9.45		329	48	-	-	
Suelo f1	16.8	3.5	333	53	76	-	-
Techo f2	16.8	3.5	333	53	76	-	-
Pared f3	12.96	2.7	228	50		-	-
Pared f4	12.96	2.7	329	48		-	-

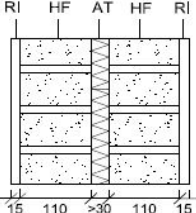
Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas , puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

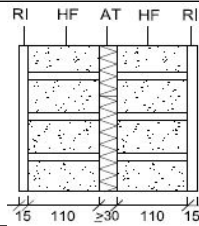
Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Suelo	Unión rígida en + de elementos homogéneos	8.6	8.7	8.7
Separador - Techo	Unión rígida en + de elementos homogéneos	8.6	8.7	8.7
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	11.6	8.8	8.8
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	8.7	8.7	8.7

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	49	50	NO CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	64	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	49	50	NO CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	63	65	CUMPLE

Proyecto	Cálculos de aislamiento de particiones verticales		
Autor	César Díez Olea		
Fecha	Septiembre 2019		
Referencia	Enl 15 + LHO AD-P 110 + AT + LHO AD-P 110 + Enl 15 Con Trasdosado		





Características técnicas del recinto 1							
Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36
	Soluciones Constructivas						
Separador	Enl 15 + LHO AD-P 110 + AT + LHO AD-P 110 + Enl 15						
Suelo F1	U_BC 300 mm						
Techo F2	U_BC 300 mm						
Pared F3	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)						
Pared F4	Enl 15 + LHO AD-P 110 + AT + LHO AD-P 110 + Enl 15						
	Parámetros Acústicos						
	S _i (m²)	I _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	9.45		329	48	-	8	
Suelo F1	12.96	3.5	333	53	76	-	-
Techo F2	12.96	3.5	333	53	76	-	-
Pared F3	9.45	2.7	228	50		-	-
Pared F4	9.45	2.7	329	48		-	-

Características técnicas del recinto 2								
Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	45.36	
	Soluciones Constructivas							
Separador	Enl 15 + LHO AD-P 110 + AT + LHO AD-P 110 + Enl 15							
Suelo f1	U_BC 300 mm							
Techo f2	U_BC 300 mm							
Pared f3	LP 115 + RM + AT + LGF 70 + Enl 15 (valores mínimos)							
Pared f4	Enl 15 + LHO AD-P 110 + AT + LHO AD-P 110 + Enl 15							
	Parámetros Acústicos							
	S _i (m²)	l _i (m)	m _i (kg/m²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)	
	Separador	9.45		329	48	-	8	
	Suelo f1	16.8	3.5	333	53	76	-	-
	Techo f2	16.8	3.5	333	53	76	-	-
	Pared f3	12.96	2.7	228	50		-	-
	Pared f4	12.96	2.7	329	48		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas , puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Suelo	Unión rígida en + de elementos homogéneos	8.6	8.7	8.7
Separador - Techo	Unión rígida en + de elementos homogéneos	8.6	8.7	8.7
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	11.6	8.8	8.8
Separador - Pared	Unión rígida en + de elementos homogéneos	8.7	8.7	8.7

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	57	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	61	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	57	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	60	65	CUMPLE